Beiträge zur Klimatologie des Europäischen Nordmeeres (Skandik).

(Dargestellt auf Grund der Beobachtungen der Insel- und Küstenstationen).

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde
bei der Hohen Philosophischen Fakultät
der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität
zu Breslau

vorgelegt von

Gerhard Kunze
aus Breslau.

Promotion: 3. Mai 1933.

1933

Gatzer & Hahn, Graphische Werkstätten, Schramberg (Württemberg)

Referent: Professor Dr. Friederichsen.
Korreferent: Professor Dr. Steubing.

Examen rigorosum: 30. Juli 1931.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit ist aus einer früheren Arbeit über „Die Klimaverhältnisse Spitzbergens“ im Geographischen Institut der Universität Breslau hervorgegangen. — Bei der Bearbeitung des meteorologisch-klimatologischen Quellenmaterials waren mir die Erfahrungen wertvoll, die ich in dem unter der Leitung von Herrn Direktor Feige stehenden Observatorium Breslau-Krietern während meiner ersten Studiensemester hatte sammeln können. Hierfür und für die mir von den Herren Dr. Biel und Moese jederzeit gewährten Raterteilung sage ich meinen besten Dank. Herrn Prof. Dr. Friederichsen danke ich für das fördernde Interesse an dieser Arbeit.

A. Einleitung.

Uebersicht über das Untersuchungsgebiet.

Das Gebiet, mit dem sich die vorliegende Arbeit befaßt, wird begrenzt etwa durch 30° östl. L., 10° westl. L., erstreckt sich südwärts bis zum nördl. Polarkreis und reicht im Norden bis etwa 81° nördl. Br.; es umfaßt also rund 2 000 000 qkm. Davon sind nur etwa 140 000 qkm oder etwa 7% Landgebiet (Spitzbergen = ca. 62 500 qkm + Jan Mayen = 413 qkm + Bären-Insel = 68 qkm + norweg. Küstengebiet = ca. 75 000 qkm). — Es sollen die Klimaverhältnisse des Skandik (ohne das ostgrönländische Küstengebiet), Spitzbergens und der nordnorwegischen Küste untersucht werden. Von der Ostküste Grönlands mußte wegen Materialmangel abgesehen werden, weil dort nur die 2jährige Beobachtungsreihe von Danmarkshavn (1906—08), sowie die noch zu kurze (1926 beginnende) Reihe von Mygbugten verfügbar sind.

Es handelt sich um folgende Landgebiete:

Im Westen die Insel Jan Mayen, die bei 413 qkm Flächeninhalt im Gipfel des Beerenberges eine Höhe von rund 2500 m erreicht.

An der Nordostgrenze liegt die Inselgruppe Spitzbergen mit einem Gesamtareal von etwa 62 500 qkm (nach Knothe), zusammengesetzt aus 5 größeren und zahlreichen kleineren Inseln.

Südlich Spitzbergen, etwa 230 km von dessen Südkap entfernt und unterseeisch durch die Spitzbergen-Bank mit der Inselgruppe verbunden, erhebt sich mit nur 68 qkm Fläche die Bären-Insel inmitten des Eismeeres. Im Südosten erstreckt sich unser Arbeitsgebiet bis nach Nordnorwegen; es handelt sich um eine in der Luftlinie etwa 1250 km lange, durch die Fjorde stark gegliederte Küste, die sich von Vardö über das Nordkap und die Lofoten-Inseln südwärts bis auf die Höhe der Tränen-Insel erstreckt.

Das europäische Nordmeer — der „Skandik" — ist eine Tiefsee, die sich in zwei deutlich getrennte Mulden gliedert: die nördliche Grönland-Mulde ist durch eine flache Schwelle, die von der Bären-Insel nach Jan Mayen verläuft, von

der südlichen Norwegen-Mulde getrennt. Beide erreichen Tiefen von noch unter 3500 m, und zwar wurden in der Grönland-Mulde 3530 m und in der Norwegen-Mulde sogar 3667 m als bisher tiefste Stellen ausgelotet. Der Skandik, zum Nordatlantik gehörig, ist allseitig gegen seine Nachbarmeere deutlich begrenzt: im Osten durch die nordwesteuropäische Kontinentalstufe gegen die flachere Barentsee, im Süden und Südwesten durch den von Island nach Schottland streichenden Wyville-Thomson-Rücken gegen den eigentlichen Nordatlantik, im Norden durch den von Nordostgrönland nach Nordwestspitzbergen laufenden „Spitzbergen-Rücken" gegen das polare Tiefseebecken des Arktischen Ozeans.

Zwei große Meeresströmungen sind für den Skandik von Bedeutung: der Ostgrönlandstrom und der Golfstrom, deren Gegenspiel klimatologisch von größter Wichtigkeit ist.

Der Ostgrönlandstrom geht vom polaren Tiefseebecken aus, setzt über den kaum 1000 m Tiefe aufweisenden Spitzbergen-Rücken, fließt an Grönlands Ostküste südwärts, zwängt sich in der Dänemarkstraße zwischen Island und Grönland hindurch und wendet sich — Grönland in antizyklonalem Sinne umfließend — an dessen SW-Spitze wieder nordwärts, um dann größtenteils in den Labrador-Strom überzugehen.

Seine Energie vermindert sich auf diesem Wege sehr: bereits auf 10° w. L. und zwischen etwa 72° und 76° n. Br. zweigen verschiedene linke Seitenarme ab, die sich noch nördlich von Jan Mayen nach Ost und Nordost wenden und damit in zyklonalem Sinne der Grönland-Mulde zustreben. Weiter zweigen stärkere linke Stromäste vor dem Eintritt in die Dänemark-Straße ab, die sich längs der NE-Küste Islands erst nach SE, dann aber dicht nördlich vor den Färöern endgültig nach Ost wenden. Damit wird auch hier mit Bezug zur Norwegen-Mulde ein Strömungsfeld zyklonaler Art gebildet. (Vgl. Nansen: Karte der Höhen, Tiefen und Strömungen im Nordpolarbecken; Perthes, Gotha, 1929).

Die im Zuge des Ostgrönlandstromes ständig aus dem Polarbecken herausdriftenden großen Wasser- und Eismengen bedingen einen entsprechenden Gegenstrom als Kompensation für den Massenaustausch; es ist der vom Golfstrom nordwärts abzweigende Spitzbergenstrom. Auch er entsendet mehrfach starke Seitenäste, den ersten davon bereits bei der Ueberquerung des Wyville-Thomson-Rückens linksseitig gegen Islands

Südküste. Nur ein schon sehr geschwächter Hauptast findet den weiteren Weg zum Europäischen Nordmeer. Nach Passieren der Norwegen-Mulde, also bereits dicht nördlich des Polarkreises zweigen erneut Seitenströme westwärts ab, sodaß sich das zur Norwegen-Mulde gehörige Strömungsfeld zum Bild eines zyklonalen Systems vervollständigt: gleichsam mit einer warmen „Vorderseitenströmung" im Osten und einer kalten „Rückenseitenströmung" im Westen. — Ein Teil dieses linksseitig abzweigenden milden Stromes macht bei etwa 70° n. Br. und 8° w. Lg. (also südöstlich von Jan Mayen) eine Rechtsdrehung um fast 180° und strömt längs des 70. Breitengrades wieder nach Osten in den Golfstrom zurück. Nördlich der Lofoten tritt bald eine weitere Spaltung in den Nordkapstrom und in den Atlantischen Spitzbergen-Strom ein.

a) Der Nordkapstrom ist von beiden Stromteilen der stärkere; er wendet sich entlang der nordnorwegischen Küste am Nordkap vorbei in die Barentsee und teilt sich dann auf seinem Wege in mehrere kleine Aeste auf (15).

b) Der atlantische Spitzbergenstrom: Als schwächerer Ast wendet er sich entlang der nordwesteuropäischen Kontinentalstufe fast genau nach Norden ohne den Stufenrand selbst zu berühren. Hier macht sich bereits südlich der Bären-Insel ein Ueberwiegen der kälteren Strömungen aus der Barentsee geltend, deren markantester Vertreter der Spitzbergensche Polarstrom, der Südkapstrom ist. — Erst etwa auf halber Höhe der Westküste Spitzbergens verliert sich dessen Einfluß. Von hier an bespült der milde Atlantische Spitzbergen-Strom die Kontinentalstufe direkt.

An der NW-Ecke Spitzbergens — etwa unter 78° n. Br. — hat der Atlantische Spitzbergen-Strom die Grönland-Mulde passiert, schwenkt größtenteils nach Westen ein und umfließt den Nordrand der Grönland-Mulde. Zusammen mit der entsprechenden, bereits beschriebenen Abzweigung des Ostgrönlandstromes zeigt sich so auch hier das Strömungsfeld einer Zyklone, deren Zentrum der Lage nach zusammenfällt mit dem Tief der Grönland-Mulde. Nur ein schwacher Faden vom Spitzbergenstrom geht in das Nordpolarbecken.

Die Tiefenverhältnisse des Skandik erfahren also in der Verteilung und im Verlauf der Meeresströmungen ihre getreue Ab-

bildung; diese Strömungen aber zeigen das Bild eines zyklonalen Systems mit zwei selbständigen Zentren.

Einige Worte sind noch zu sagen zu den in unserem Gebiet herrschenden Beleuchtungsverhältnissen. Nach W. Meinardus (vgl. Arktis, 3, 1930, p. 4—6) ergeben sich für die einzelnen Breiten folgende Beleuchtungsphasen:

	für ca. 71° n.Br. (Jan Mayen; Nordkap)	für ca. 75° n.Br. (Bären-Insel)	für 78° Green Hb:
A = Dunkle Nacht mit astronom. Dämmerung:	x	4. 12.—13. 1.	13. 11.—25. 1.
B = Dunkle Nacht mit bürgerl. Dämmerung:	17. 11.—26. 1.	13. 1.—13. 2.	25. 1.—17. 2.
C = Regelmäßiger Wechsel zwischen Tag u. Nacht:	26. 1.—27. 3.	13. 2.—18. 3.	17. 2.—11. 3.
D = Tag u. helle Nacht infolge astr. Dämmerung:	27. 3.—22. 4.	18. 3.—12. 4.	11. 3.—3. 4.
E = Tag u. helle Nacht infolge bürgerl. Dämmerung:	22. 4.—15. 5.	12. 4.—1. 5.	3. 4.—20. 4.
F = Beständig heller Tag:	15. 5.—1. 8.	1. 5.—14. 8.	20. 4.—23. 8.
E =	1. 8.—23. 8.	14. 8.—2. 9.	23. 8.—9. 9.
D =	23. 8.—15. 9.	2. 9.—26. 9.	9. 9.—3. 10.
C =	15. 9.—17. 11.	26. 9.—2. 11.	3. 10.—26. 10.
B =	17. 11.—26. 1.	2. 11.—4. 12.	26. 10.—13. 11.
A =	x	4. 12.—13. 1.	13. 11.—25. 1.

B. Das Beobachtungsmaterial.

Das Stationsnetz unseres Arbeitsgebietes ist infolge des geringen Landanteils sehr weitmaschig.

Auf die Auswertung von Schiffsbeobachtungen mußte verzichtet werden, weil die lange Polarnacht und das Polareis nur wenige Monate während des Sommers eine Schiffahrt ermöglichen. Die Auswertung der Schiffsbeobachtungen für die vorliegende Arbeit würde uns einseitig orientieren. Deshalb konnte nur auf die Stationen des norwegischen Küstenstreifens und auf die der Inseln zurückgegriffen werden; es wurden ausgewertet die Beobachtungen von Spitzbergen, Jan Mayen und der Bären-Insel einerseits und einer Auswahl norwegischer Küstenstationen andererseits.

Da die Aufgabe der Arbeit darin besteht, einen Ueberblick über die Klimaverhältnisse des Skandik zu geben, so wird man nur eine beschränkte Auswahl der norwegischen Küstenstationen zur Auswertung heranziehen, solche aus dem Hinterlande und ausgesprochene Fjordstationen in der Regel jedoch nicht berücksichtigen können; deren Auswertung würde zu einer Bearbeitung der klimatologischen Verhältnisse Nordnorwegens gehören. Darüber gibt die norwegische Literatur, insbesondere der norwegische Klimaatlas (21) den besten Aufschluß.

Demnach stützt sich die Arbeit auf die in den Jahrbüchern des Norwegischen Meteorologischen Institutes zu Oslo (14) veröffentlichten Beobachtungen von

1. Green Harbour (Spitzbergen)
2. Jan Mayen
3. Bären-Insel
4. Vardö
5. Gjesvar
6. Tromsö
7. Bodö.

Lediglich zum Gewinn besserer Vergleichsmöglichkeiten wird an einzelnen Stellen der Arbeit auf die Beobachtungen benachbarter Stationen zurückgegriffen.

Die Bearbeitung des vorhandenen Materials gestaltet sich insofern besonders schwierig, als es für die einzelnen Stationen sehr ungleiche Zeiträume umfaßt. Die längsten Reihen haben die Stationen an der norwegischen Küste mit 35jährigen und

noch längeren Perioden. — Hingegen sind von den drei verwendeten Inselstationen nur recht kurze Reihen vorhanden.

Die Station Green Harbour auf Spitzbergen beobachtet seit Ende 1911. Recht unzulänglich sind aber noch die Reihen der beiden Inselstationen Jan Mayen und Bäreninsel, die erst seit 1922 bzw. 1923 laufen. Die kürzesten Stationsreihen liegen also gerade in der Mitte unseres Arbeitsgebietes, während die Stationen in den Randgebieten längere Beobachtungsserien aufweisen.

Es ergibt sich daraus, daß die Grundlagen zu einer Bearbeitung der Klimaverhältnisse des Skandik gegenwärtig noch wenig günstig sind. Man wird sich also bemühen, durch Reduktionen der kurzen auf die längeren Reihen diese Mängel nach Möglichkeit abzuschwächen.

Zur Reduktionsfrage.

Bei einem Blick auf die Karte fällt uns auf, daß die Entfernungen zwischen den fraglichen Stationen außerordentlich große sind, so z. B. von der Bären-Insel nach Green Harbour fast 400 km und bis zum norwegischen Nordkap über 400 km; von Jan Mayen bis zur Nordküste Islands sogar über 600 km. — Angesichts dieser großen Entfernungen erscheint ein erfolgreicher Reduktionsversuch in Frage gestellt. Hinzu kommt, daß die norwegischen Küstenstationen, die wegen ihrer langen Beobachtungsreihen am besten als Reduktionsgrundlage geeignet wären, durchweg unter intensivster Beeinflussung des Golfstromes stehen, während bei Spitzbergen die Einflüsse des Polarbeckens hinzukommen. Die beiden Inselstationen Jan Mayen und die Bären-Insel hingegen liegen in einer Uebergangszone, d. h. je nach den Strömungsverhältnissen werden sie zeitweilig mehr unter den Einfluß des Golfstromes, zeitweilig mehr in den der Ostgrönlandströmung bzw. der Barentssee geraten.

Mithin läßt die Berücksichtigung der Meeresströmungen vermuten, daß es sich um verschiedene, keine gemeinsamen Züge aufweisende Klimagebiete handelt, die in unserem Arbeitsgebiet zusammentreffen. — Dies läßt neben den großen Entfernungen eine erfolgreiche Reduktionsdurchführung kaum erwarten.

Um diese Ueberlegungen auch zahlenmäßig zu begründen, wurden für die Stationen eingehende Reduktionsvorprüfungen und Peilungen ausgeführt.

Bevor wir auf diese näher eingehen, sei noch eine Bemerkung hinsichtlich der Station Green Harbour auf Spitzbergen gestattet.

Schon mehrfach, zuletzt wohl von Knothe (16), wurde darauf hingewiesen, daß diese Station infolge ihrer topographischen Lage in dem eng eingeschnittenen, SSE—NNW verlaufenden Fjordtal des Green-Harbour recht ungünstig liegt und kaum als Repräsentativstation gewertet werden darf. Daraus würde folgen, daß die Station kaum als Reduktionsstation geeignet ist. Eine Reduktion der kurzen Reihen von Jan Mayen und der Bären-Insel auf Green Harbour ist daher nicht ratsam, obwohl die außerordentliche Veränderlichkeit der Witterungserscheinungen diese recht wünschenswert erscheinen lassen würde.

Bei der Auswertung der Beobachtungen von Green Harbour fällt im Diagramm der Witterungselemente — und zwar vor allen Dingen im Temperaturdiagramm — eine ausgesprochene Caesur um 1918 herum auf, dergestalt, daß vom langjährigen Mittel die Jahre vor 1918 durchweg negative Abweichungen von z. T. sehr erheblichen Ausmaßen zeigen, während danach fast nur positive Abweichungen vorhanden sind. Auf diese Erscheinung hat letzthin Birkeland (4) hingewiesen; er hebt hervor, daß die bestehende Reihe auf Grund des Abbe'schen Kriteriums unbedingt als inhomogen anzusehen sei. Auch danach würde eine Verwendbarkeit der Station Green Harbour als Reduktionsbasis ausgeschlossen erscheinen.

Birkeland sagt in seiner Mitteilung aber selbst, daß nach unbedingt glaubwürdigen Aussagen der bei der Gründung der Station Beteiligten die Station noch heute an eben der gleichen Stelle stehe, an der sie ehedem im Jahre 1911 errichtet wurde, und er folgert daraus, daß die Klimaverhältnisse im hohen Norden so eigenartige seien, daß viele Prüfmethoden — z. B. auch das Abbe'sche Kriterium —, die sich in den gemäßigten Breiten als zuverlässig erwiesen haben, dort nicht mehr unbedingte Sicherheit bieten. Demnach erfordert jeder Reduktionsversuch auf Spitzbergen große Vorsicht, und eine Reduktion aller Inselstationen auf das Festland wäre anzustreben. Um die hierfür bestehenden Möglichkeiten zu prüfen, wurden eine Reihe von Peilungen auf die norwegischen Festlandsstationen durchgeführt, einige Beispiele folgen:

a) für Green Harbour-Spitzbergen:

1. Reduktionsversuch auf Vardö für die Niederschläge:

	1912	1913	1914	1915	1916	1917
1. Gr.-Hb.:	305	321	270	254	288	286
2. Vardö:	585	554	709	582	665	613
1—2:	—280	—233	—439	—328	—377	—327
1:2:	0,52	0,58	0,38	0,44	0,43	0,47

	1918	1919	1920	1921	1922	1923
1. Gr.-Hb.:	345	204	286	331	299	360
2. Vardö:	530	669	676	678	603	582
1—2:	—185	—465	—390	—347	—304	—222
1:2:	0,65	0,30	0,42	0,41	0,49	0,63

	1924	1925	1926	1927	1928	Mittel
1. Gr.-Hb.:	363	227	344	454	519	320
2. Vardö:	544	720	603	475	389	612
1—2:	—181	—493	—259	—021	+130	—292
1:2:	0,67	0,30	0,57	0,96	1,33	0,52

Nun ist: $\frac{(1:2)\text{Max}}{(1:2)\text{Min}} = \frac{Q}{q} = \frac{1{,}33}{0{,}30} = 4{,}43.$

Daraus ergibt sich eine ganz eindeutige Unmöglichkeit, die Niederschläge von Spitzbergen auf Vardö zu reduzieren.

2. Reduktionsversuch auf Tromsö für die Temperaturen:

	1912	1913	1914	1915	1916	1917
1. Gr.-Hb.:	—10,7	—7,4	—8,9	—9,5	—11,0	—12,6
2. Tromsö:	+ 1,7	+2,7	+3,0	+1,2	+ 2,3	+ 1,1
Differenz:	12,4	10,1	11,9	10,7	13,3	13,7
Abweichung: vom Mittel:	+ 2,3	0,0	+1,8	+0,6	+ 3,2	+ 3,6
Abweichung: vom Temperaturmittel:	— 3,2	—0,1	—1,4	—2,0	— 3,5	— 5,1

	1918	1919	1920	1921	1922	1923
1. Gr.-Hb.:	—7,5	—7,4	—5,3	—7,2	—5,2	—4,7
2. Tromsö:	+3,0	+1,9	+4,1	+2,9	+3,3	+2,5
Differenz:	10,5	9,3	9,4	10,1	8,5	7,2
Abweichung: vom Mittel:	+0,4	—0,8	—0,7	0,0	—1,6	—2,9
Abweichung: vom Temperaturmittel:	0,0	+0,1	+2,2	+0,3	+2,3	+2,8

	1924	1925	1926	1927	1928	Mittel
1. Gr.-Hb.:	—5,2	—5,7	—6,8	—7,3	—6,9	—7,54
2. Tromsö:	+3,1	+3,0	+2,2	+2,4	+2,9	+2,55
Differenz:	8,3	8,7	9,0	9,7	9,8	10,09
Abweichung: vom Mittel:	—1,8	—1,4	—1,1	—0,4	—0,3	1,35
Abweichung: vom Temperamittel:	+2,3	+1,8	+0,7	+0,2	+0,6	+1,68

Das Verhältnis 1,35 : 1,68 besagt, daß die Reduktion nicht zweckmäßig ist, da das Verhältnis sonst höchstens 1 : 2 lauten dürfte.

Außerdem wurde die Reduktionsmöglichkeit von Spitzbergen für die Niederschläge nach der Formel von Heidke geprüft mit den folgenden Ergebnissen:

a) für Vardö:

$$\frac{(R+}{(R-} \gtrless \frac{f+)}{f-)} = \frac{(518}{(204} \gtrless \frac{1{,}33)}{0{,}30)} = (2{,}54 \gtrless 4{,}43)$$

b) für Tromsö:

$$\frac{(R+}{(R-} \gtrless \frac{f+)}{f-)} = \frac{(518}{(204} \gtrless \frac{0{,}56)}{0{,}22)} = (2{,}54 \gtrless 2{,}58)$$

In beiden Fällen ergibt die Gleichung eine Ungleichung, da 2,54 nicht größer, sondern kleiner als 2,58 bzw. als 4,43 ist; diese Ungleichung zeigt uns, daß hinsichtlich der Niederschläge für Green Harbour-Spitzbergen weder eine Reduktion nach Värdö noch eine solche nach Tromsö möglich ist.

Aus den genannten Beispielen entnehmen wir, daß unter Berücksichtigung der strengen Prüfmethoden der Klimatologie eine Reduktion der auf Spitzbergen gemachten Beobachtungen auf die längeren Reihen von Vardö und Tromsö abgelehnt werden muß.

Es bleibt nun zu prüfen, welche Möglichkeiten sich für die kurzen Reihen von der Bären-Insel und Jan Mayen ergeben. Auch hier seien nur einige Peilungen in Auswahl mitgeteilt:

b) für Jan Mayen:

1. Reduktionsversuch auf Green-Harbour für die Temperaturen:

	1922	1923	1924	1925
1. Jan Mayen:	—0,4	—0,5	+0,2	+0,1
2. Gr.-Hb.:	—5,2	—4,7	—5,2	—5,7
Differenz:	4,8	4,2	5,4	5,8
Abweichung: vom Mittel:	—1,0	—1,6	—0,4	0,0
Abweichung: vom Temperaturmittel:	—0,2	—0,3	+0,4	+0,3

	1926	1927	1928	Mittel:
1. Jan Mayen:	—0,1	—0,6	—0,1	—0,20
2. Gr.Hb.:	—6,8	—7,3	—6,9	—5,97
Differenz:	6,7	6,7	6,8	5,77
Abweichung: vom Mittel:	+0,9	+0,9	+1,0	0,83
Abweichung: vom Temperaturmittel:	+0,1	—0,4	+0,1	0,26

Das Verhältnis 0,83:0,26 besagt, daß eine Temperaturreduktion von Jan Mayen auf Green Harbour wenig aussichtsreich erscheint.

2. Reduktionsversuch auf Tromsö für die Temperaturen:

	1922	1923	1924	1925
1. Jan Mayen:	—0,4	—0,5	+0,2	+0,1
2. Tromsö:	+3,3	+2,5	+3,1	+3,0
Differenz:	3,7	3,0	2,9	2,9
Abweichung: vom Mittel	+0,7	0,0	—0,1	—0,1
Abweichung: von Temperaturmittel:	—0,2	—0,3	+0,4	+0,3

	1926	1927	1928	Mittel
1. Jan Mayen:	—0,1	—0,6	—0,1	—0,20
2. Tromsö:	+2,2	+2,4	+2,9	+2,55
Differenz:	2,3	3,0	3,0	2,97
Abweichung: vom Mittel	—0,7	0,0	0,0	0,23
Abweichung: vom Temperaturmittel:	+0,1	—0,4	+0,1	0,26

Das Verhältnis 0,23:0,26 genügt ebenfalls nicht der Forderung 1:2, woraus eine Unmöglichkeit für Reduktionen spricht.

3. Reduktionsversuch auf Green Harbour für die Niederschläge:

	1922	1923	1924	1925
1. Jan Mayen:	367	413	409	462
2. Gr.-Hb.:	299	360	363	227
Differenz:	+68	+53	+46	+235
1:2	1,23	1,15	1,13	2,04

	1926	1927	1928	Mittel
1. Jan Mayen:	197	322	506	382
2. Gr.-Hb.:	344	454	519	320
Differenz:	—147	—132	—13	+62
1:2	0,57	0,70	0,97	

$$\text{Nun ist: } \frac{(1:2)\text{Max}}{(1:2)\text{Min}} = \frac{Q}{q} = \frac{2{,}04}{0{,}57} = 3{,}58.$$

Da aber Q:q höchstens = 2,0 werden darf, um eine Reduktion noch möglich erscheinen zu lassen, so stimmt auch dieses Ergebnis gegen die Reduktion.

4. Reduktionsversuch auf Vardö für die Niederschläge (nach Heidke):

$$\frac{(R+ \; > \; f+)}{(R- \; > \; f-)} = (2{,}57 \; > \; 3{,}94).$$

Auch hier wird die Gleichung zur Ungleichung; die Reduktion ist demnach wieder unmöglich.

c) für die Bären-Insel:

1. Reduktionsversuch auf Tromsö für die Temperaturen:

	1923	1924	1925	1926
Bären-Insel:	—1,5	—1,9	—1,6	—3,2
Tromsö	2,5	3,1	3,0	2,2
Differenz:	4,0	4,0	4,6	5,4
Abweichung: vom Mittel	—0,8	—0,8	—0,2	+0,6
Abweichung vom Temperaturmittel	+0,8	0,4	0,7	—0,9

	1927	1928	Mittel
Bären-Insel-	—3,0	—2,4	—2,27
Tromsö	2,4	2,9	+2,68
Differenz:	5,4	5,3	4,78
Abweichung: vom Mittel	+0,6	+0,5	0,58
Abweichung: vom Temperaturmittel:	—0,7	—0,1	0,60

Mit dem gefundenen Endergebnis 0,58:0,60 zeigt sich die Unzulässigkeit der Reduktion der Temperaturen von der Bären-Insel auf Tromsö.

2. Reduktionsversuch auf Green Harbour für die Temperaturen:

Auf gleichem Wege wie bisher wird hier ein Verhältnis von 0,47:0,60 errechnet und die Reduktionsmöglichkeit nicht bestätigt:

3. Reduktionsversuch auf Vardö für die Niederschläge:

	1923	1924	1925	1926
1. Bären-Insel:	271	380	268	277
2. Vardö:	582	544	720	603
1—2:	—311	—164	—452	—326
1:2:	0,47	0,70	0,37	0,46

	1927	1928	Mittel
1. Bären-Insel:	504	488	365
2. Vardö:	475	389	536
1—2:	+29	+99	—171
1:2:	1,07	1,26	0,56

Nun ist: $\frac{(1:2)\text{Max}}{(1:2)\text{Min}} = \frac{Q}{q} = \frac{1{,}26}{0{,}37} = 3{,}41$

Da Q:q aber höchstens = 2,0 werden darf, so ist die Reduktion nicht zulässig.

Ueberblicken wir die Ergebnisse der angestellten — hier nur auszugsweise mitgeteilten — Reduktionsvorprüfungen, so erscheint es in Bezug auf die Temperaturen und Niederschläge nicht angängig, die kurzen Beobachtungsreihen in unserem Arbeitsgebiet auf Stationen mit längeren Reihen zu reduzieren.

Mit dieser Feststellung werden wir vor die Frage gestellt, in welcher Weise das Material ausgewertet werden soll.

1. Man könnte z. B. die vorhandenen längeren Beobachtungsreihen unberücksichtigt lassen und nur die letzten 7 Jahre verwerten, sodaß auf diese Weise die benutzten Unterlagen synchron werden.

2. Da es aber nicht angängig ist, die klimatologischen Verhältnisse eines Gebietes auf Grund so kurzer Beobachtungsreihen zuverlässig zu beurteilen, müßte man das langjährige Material heranziehen und — da Reduktionen auf Grund unserer Vorprüfungen nicht zulässig erscheinen — auf die kurzen Reihen verzichten. Diese kurzen Reihen gehören aber ausnahmslos den Inselstationen an, die allein als Ausgangspunkt einer umfassenderen Uebersicht über das Klima des „Skandik" dienen können; wollten wir sie ausschalten, so würde die im Thema der Arbeit gestellte Aufgabe von vornherein hinfällig werden.

Um überhaupt zu irgendwelchen Resultaten zu gelangen, müßte man einen Kompromiß zwischen beiden Wegen schließen.

3. Damit ergibt sich als dritte Arbeitsmöglichkeit die gleichzeitige Verwendung sowohl der kurzen als auch der langen Beobachtungsreihen, wobei man mit Rücksicht auf die verwendeten kurzen Reihen allerdings betonen müßte, daß das bisher gewonnene Bild in Einzelheiten noch nicht endgültig ist und mit jedem neu hinzukommenden Jahr Korrekturen erfahren wird.

Diese letztgenannte Arbeitsmöglichkeit kommt praktischen Gesichtspunkten am nächsten und wurde wohl deshalb z. T. auch in den neueren Arbeiten von Baur (2) sowie Birkeland und Föyn (5) gewählt.

Um jedoch nicht allein nach „praktischen" Gesichtspunkten zu urteilen, soll bei den weiteren Untersuchungen auch versucht werden, einen zahlenmäßigen Beweis für die Wertigkeit der beiden erstgenannten Möglichkeiten zu finden. Deshalb werden in Tabellen und Karten 1) die (unreduzierten) kurzen Reihen für alle Stationen und 2) nach Maßgabe des vorhandenen Materials die kurzen und längeren Reihen vermischt (also auf nicht synchroner Grundlage!) gegeben.

C. Die Klimaelemente.

I. Die Temperaturverhältnisse.

a) Monats- und Jahresmittel der Temperatur:

Station:	Gr.-Hb.:	Jan Mayen:	Bären-I:	Vardö:	Gjesvar:	Tromsö:	Bodö:
Jahre:			1861—1920 1911—1928 1922—1928				
Januar	x	x	x	—5,5	—3,7	—3,2	—1,6
	—15,4	x	x	—5,1	x	—3,6	—1,6
	—12,6	—3,0	—4,8	—4,2	x	—2,8	—0,7
Februar	x	x	x	—5,9	—4,3	—4,0	—2,4
	—18,3	x	x	—5,5	x	—3,8	—1,8
	—13,6	—3,0	—6,4	—4,6	x	—3,3	—1,7
März	x	x	x	—4,7	—3,3	—3,1	—1,6
	—18,0	x	x	—4,0	x	—2,6	—0,8
	—16,1	—4,3	—7,7	—3,8	x	—2,9	—0,6
April	x	x	x	—1,4	—0,5	+0,0	+2,0
	—13,4	x	x	—1,2	x	+0,3	+2,5
	—12,2	—2,6	—6,3	—1,3	x	+0,1	+2,5
Mai	x	x	x	+1,7	+2,6	+3,8	+5,8
	—5,1	x	x	+2,1	x	+4,3	+6,3
	—4,3	—0,7	—2,5	+2,2	x	+4,4	+6,3
Juni	x	x	x	+5,7	+7,0	+8,4	+9,8
	+1,9	x	x	+5,9	x	+8,7	+9,6
	+1,8	+2,5	+0,7	+5,5	x	+8,9	+9,7
Juli	x	x	x	+8,7	+9,9	+11,0	+12,5
	+5,4	x	x	+9,2	x	+12,0	+12,6
	+5,9	+5,4	+4,6	+9,2	x	+12,6	+13,8
August	x	x	x	+8,8	+10,0	+10,4	+12,1
	+4,6	x	x	+9,1	x	+11,1	+12,9
	+5,3	+5,7	+4,2	+9,4	x	+11,5	+13,5
September	x	x	x	+6,2	+6,5	+6,8	+8,7
	+0,1	x	x	+6,6	x	+6,8	+8,9
	+1,2	+3,2	+2,7	+7,2	x	+7,3	+9,5
Oktober	x	x	x	+1,5	+2,1	+2,3	+4,4
	—6,0	x	x	+1,6	x	+1,6	+4,0
	—5,4	—0,1	—0,9	+2,0	x	+1,7	+3,9

Station:	Gr.-Hb.:	Jan Mayen:	Bären-I:	Vardö:	Gjesvar:	Tromsö:	Bodö:
Jahre:			1861–1920 1911–1928 1922–1927				
November	x	x	x	—2,1	—1,3	—0,9	+0,9
	—11,6	x	x	—1,4	x	—0,9	+1,1
	—10,1	—2,2	—4,5	—1,6	x	—1,2	+0,5
Dezember:	x	x	x	—4,4	—3,2	—3,0	—1,5
	—14,5	x	x	—3,7	x	—3,3	—1,5
	—13,3	—3,5	—6,1	—3,6	x	—3,2	—1,2

Station:	Gr. Hb.	Jan Mayen	Bären-I.	Vardö	Gjesvar	Tromsö	Bodö	Zeit:
Jahres-	x	x	x	+0,7	+1,8	+2,4	+4,1	1861-1920
mittel:	—7,5	x	x	+1,2	x	+2,6	+4,4	1911-1928
	—6,1	**—0,2**	**—2,3**	**+1,4**	x	**+2,8**	**+4,7**	1922-1928

Beim Vergleich der Jahresmitteltemperaturen, die aus den verschieden langen Beobachtungsreihen für die einzelnen Stationen berechnet wurden, zeigt die kürzeste Reihe von 1922 bis 1928 die höchsten Temperaturen, die Reihe 1911—1928 geringere Durchschnittswerte und die lange Reihe 1861—1920 die niedrigsten Werte.

Interessant ist nun ein Vergleich der Werte 1922—1928 mit denen der Reihe 1911—1928 deshalb, weil sie zwar durchweg eine Steigerung der Temperatur in der jüngeren Reihe ergeben, ohne daß aber die Steigerung überall von ungefähr gleicher Größenordnung wäre. Die drei Festlandsstationen Vardö, Tromsö und Bodö zeigen mit Erhöhungen zwischen 0,2 und 0,3 Grad zwar eine recht gute Uebereinstimmung; dagegen fällt Green Harbour mit einer Zunahme um 1,4 Grad auf.

Wollen wir noch die Mittel der Reihe 1911—1928 mit denen der Reihe 1861—1920 vergleichen, so können wir das nur für die Küstenstationen tun, wobei sich für die jüngere Reihe Erhöhungen von 0,2 Grad für Tromsö, von 0,3 Grad für Bodö und von 0,5 Grad für Vardö ergeben.

Aehnliche Abweichungen ergeben sich auch für die Stationen in Svolvaer und Röst, wo die Jahresmitteltemperaturen für den Abschnitt 1911—1928 ebenfalls um 0,3 Grad höher liegen als diejenigen für die lange Periode 1861—1920.

Wir können also sagen: je kürzer und je jünger die verwendeten Reihen von den norwegischen Festlandsstationen sind,

desto größer ist die positive Temperaturabweichung, wobei zu bemerken ist, daß die Werte der Reihe 1911—1928 nur wenig — durchschnittlich um +0,3 Grad — abweichen.

Die gleiche Temperaturerhöhung finden wir bei Spitzbergen, aber in erheblich stärkerem Ausmaß.

Vergleichsmöglichkeiten bieten sich dagegen nicht für die Inselstationen Jan Mayen und Bären-Insel. Da die Bären-Insel aber in der Mitte zwischen der norwegischen Küste und Spitzbergen liegt, also zwischen zwei Gebieten, deren kürzere und jüngere Reihen positive Temperaturanomalien aufweisen, so dürfen wir annehmen, daß das auch bei der Bären-Insel zutrifft.

Es würde nun zu klären sein, ob sich die Temperaturänderungen zwischen den einzelnen Stationen gesetzmäßig begründen lassen. Wir vergleichen deshalb die Beträge, um die sich das Jahresmittel an den einzelnen Stationen von Jahr zu Jahr veränderte:

	Gr.Hb.	Vardö	Tromsö	Bären-I.	JanMayen
von 1911 zu 1912:		—1,7	—1,1		
„ 12 „ 13:	**+3,3**	**+1,8**	**+1,0**		
„ 13 „ 14:	—1,5	**+0,1**	**+0,3**		
„ 14 „ 15:	—0,6	—1,1	—1,8		
„ 15 „ 16:	—1,5	**+0,2**	**+1,1**		
„ 16 „ 17:	—1,6	—0,4	—1,2		
„ 17 „ 18:	**+5,1**	**+0,8**	**+1,9**		
„ 18 „ 19:	**+0,1**	0,0	—1,1		
„ 19 „ 20:	**+2,1**	**+1,8**	**+2,2**		
„ 20 „ 21:	—1,9	—0,9	—1,2		
„ 21 „ 22:	**+2,0**	**+0,3**	**+0,4**		
„ 22 „ 23:	**+0,5**	**—0,5**	—0,8		—0,1
„ 23 „ 24:	—0,5	0,0	**+0,6**	—0,4	**+0,7**
„ 24 „ 25:	—0,5	—0,3	—0,1	**+0,3**	—0,1
„ 25 „ 26:	—1,1	—0,9	—0,8	—1,6	—0,2
„ 26 „ 27:	—0,5	**+0,4**	**+0,2**	**+0,2**	—0,5
„ 27 „ 28:	**+0,4**	**+0,5**	**+0,5**	**+0,6**	**+0,5**
Anzahl der Vorzeichenwechsel					
ab 1912:	6	10	12	—	—
ab 1923:	1	1	2	3	2

Für die Zeit ab 1912 sind 15 Vorzeichenwechsel möglich, wovon bei Tromsö 12 eintreten; aus diesem sehr hohen Wert geht hervor, daß beinahe von Jahr zu Jahr ein Wechsel zu erwarten ist.

Green Harbour weist aber nur 6 Wechsel auf und unterscheidet sich damit gegen Tromsö und auch Vardö so sehr, daß die Temperaturveränderungen unmöglich auf den gleichen Ursprung zurückführbar sind.

Damit bestätigt sich die Feststellung, daß Reduktionen kaum zu einem Erfolge führen.

Zur Schaffung einer brauchbaren Arbeitsgrundlage bleibt nun folgender Weg: Green Harbour als nördlichste und somit in gewissem Sinn wichtigste Station verfügt mit 18 Jahren über einen verhältnismäßig langen Beobachtungszeitraum, der ein in den Grundzügen zutreffendes Urteil gestattet. — Die norwegischen Festlandsstationen ergeben in den Jahresmittelwerten dieser Periode 1911/1928 zu denen der Periode 1861/1920 nur Abweichungen von etwa 0,2 bis 0,3 Grad, also Abweichungen, die den Gesamteindruck noch nicht wesentlich verändern.

Da sich synchrones Material in unserem Arbeitsgebiet nicht für alle meteorologischen Elemente erreichen läßt, muß man eine Kompromißlösung wählen. Daher möchte der Verfasser die Periode 1911—1928 als Grundlage nehmen und in diese die kurzen Reihen der Bären-Insel und von Jan Mayen unreduziert einfügen. Die weiteren Ausführungen gründen sich auf diese zeitliche Grundlage.

Die Veränderlichkeit der Temperatur

zeigt mit Ausnahme von Jan Mayen (kurze Reihe!) ziemlich hohe Werte: Green Harbour = 1°55; Jan Mayen =0°26; Bären-Insel = 0°60; Tromsö = 0°55; Vardö = 0°58 und Bodö = 0°51.

b) Die Isothermenkarten.

Januar: Das augenfälligste Merkmal ist die starke Ausbuchtung der Isothermen nach Nordosten vor der norwegischen Küste, in der die Wärmewirkung des Golfstromes und des Nord-Kapstromes sichtbar wird. In seinem Bereich liegen die Isothermen auch verhältnismäßig weit auseinander, während sie außerhalb seines direkten Wirkungsbereiches nördlich der Bä-

reninsel — im Bereich des Packeises — erheblich enger aneinander liegen.

April: Das Bild des Isothermen-Verlaufs hat sich noch nicht wesentlich verändert, indem noch immer die nach Nordost gerichtete Ausbuchtung im Lauf des Golfstromes bestimmend ist. Die norwegischen Küstenstationen weisen gegen den Januar eine Erwärmung von etwa 4 Grad auf, Green Harbour eine solche um 2,0 Grad und Jan Mayen um 0,4 Grad; die Bären-Insel ist um 1,5 Grad kälter geworden. Daraus erklärt sich auch der nunmehr ziemlich gleichmäßige Temperaturgradient im Raum Nordkap-Spitzbergen.

Juli: Das Isothermen-Bild hat sich sehr wesentlich verändert, indem ein recht einheitlicher Verlauf von SW nach Nordost zu erkennen ist; der spezifische Wärmeeinfluß des Golfstromes hat sich im Sommer unter der Einwirkung der rascheren Erwärmung über dem Festlande verloren. Die Stationen der westnorwegischen Küste erwärmen sich gegen den April um rund 12 Grad; im Nordkapgebiet hingegen beträgt die Temperaturerhöhung nur wenig mehr als 10 Grad. Mit fast 11 Grad Erwärmung gegen den April gleicht sich die Bären-Insel dem an, während die Insel Jan Mayen sich nur um 8 Grad erwärmt. Die größte Steigerung um fast 19 Grad von —13,4 auf +5,4 erreicht Green Harbour, das damit den gleichen Monatsmittel-Wert erreicht wie das viel südlicher gelegene Jan Mayen!

Dabei dürfen wir nicht vergessen, daß nach unseren früheren Feststellungen Jan Mayen wegen der nur kurzen Reihe einen noch unsicheren Wert bietet, der späterhin noch gewisser Korrekturen bedürfen wird. Das gleiche gilt für die Bären-Insel. Da aber die hier zu Grunde liegende Reihe 1922—1928 bei den Festlandstationen wie auch bei Green Harbour allgemein kräftige positive Temperatur-Anomalien brachte, die demnach auch bei den beiden Inseln vorhanden sein dürften, so wird die notwendig werdende spätere Korrektur voraussichtlich noch eine Erniedrigung der Temperatur ergeben, wodurch die Bremsung der sommerlichen Erwärmung nur noch schärfer in die Erscheinung treten würde.

Die intensive Erwärmung Spitzbergens dürfte in der Hauptsache auf zwei Faktoren zurückzuführen sein: einmal der jahreszeitliche Faktor. Im April beginnt die Sonne gerade erst ihre Wirkung zu entfalten; aber die zugestrahlte Wärme wird zum Auftauen von Schnee und Eis verbraucht. Erst danach kann

sich die Erwärmung entwickeln, und zwar umso mehr, als infolge der Wasserdampfarmut die Strahlungsintensität eine ziemlich hohe ist. — Dieser jahreszeitliche Faktor wird unterstützt durch den zweiten Faktor: der Archipel stellt eine Landmasse dar, die mit ihrer Flächenausdehnung von über 60 000 qkm doch nicht mehr eine so ausgesprochene maritime Klimagestaltung zuläßt als die viel kleineren Inseln Jan Mayen und Bären-Insel, die obendrein noch vom Ostgrönlandstrom bzw. von den aus der Barentsee stammenden Strömungen — also von kalten Strömungen — ziemlich stark beeinflußt werden.

Oktober: Das Isothermenbild zeigt jetzt schon wieder die Rückentwicklung zu dem Bild des Mittwinter (vgl. Januar-Karte!), und zwar im Uebergangsstadium. — Die stärkste Abkühlung zeigt mit über 11 Grad Differenz Green Harbour, der Tromsö mit 10½ Grad Abkühlung nicht viel nachsteht, während Bodö nur 8½ und Vardö sogar nur 7½ Grad kälter werden. Am geringsten ist die Abkühlung der beiden Inseln, die ganz gleichmäßig nur 5½ Grad beträgt. Jetzt macht sich die ausgesprochene maritime Lage und Klimagestaltung günstig geltend, weil das im Oktober hier meist noch offene Meer auch die Lufttemperatur noch in der Nähe des Gefrierpunktes zu halten vermag, während gleichzeitig in Spitzbergen die Polarnacht einsetzt und die winterliche Schneebedeckung beginnt, die der Ausbildung von Inversionen dient.

Diese rasche und kräftige Abkühlung in den hohen Breiten um Spitzbergen führt nun wieder zur Ausbildung bemerkenswerter Temperaturgradienten, nachdem diese im Sommer zwischen Spitzbergen einerseits und der Bären-Insel und Jan Mayen andererseits fast ganz verschwunden waren. — Auf der anderen Seite aber bewirkt die raschere Abkühlung der norwegischen Küste einen gewissen Angleich an die beiden fraglichen Inseln, wodurch die Temperaturgradienten von den Inseln zum Festlande vermindert werden.

Man könnte nun annehmen, daß diese Verhältnisse infolge der herrschenden Inhomogenität der Reihen verwischt und unübersichtlich gemacht worden sind. — Um diesem Einwand von vornherein begegnen zu können, vergleichen wir mit den Werten der beiden Inseln die entsprechenden Mittel der Küstenstationen im gleichen Zeitraum 1922—1928.

Zwischen den Bären-Inseln und Vardö finden wir dann im Juli eine Differenz von 9,2—4,6 = 4,6 Grad, die sich im Oktober auf 2,0— (—0,9) = 2,9 Grad verringert.

Noch interessanter gestaltet sich der Vergleich zwischen Jan Mayen einerseits und Tromsö bzw. Bodö andererseits. — Die Julidifferenzen betragen:

gegen Tromsö: 12,6—5,4 = 7,2 Grad.
„ Bodö: 13,8—5,4 = 8,4 „

die Oktoberdifferenzen:

gegen Tromsö: 1,7+0,1 = 1,8 „
„ Bodö: 3,9+0,1 = 4,0 „

Daß die Differenzen gegen Bodö immer um einen gewissen Betrag höher sind als die gegen Tromsö, ist in der südlicheren Lage Bodös bedingt.

Daß darüber hinaus aber im Oktober sich diese Differenz zwischen Tromsö und Bodö zugunsten von Bodö um 1,0 Grad erweitert, ist zweifellos in der unterschiedlichen Lage beider Stationen zum Golfstrom bzw. in ihrer verschiedenen Küstennähe begründet. Denn Bodö befindet sich unmittelbar an der äußeren Küstenlinie und somit im direkten Einflußbereich der warmen Golfströmung — Tromsö hingegen liegt hinter einigen kleinen vorgelagerten Inseln, ist also nicht mehr so unmittelbar dem Einfluß der offenen See ausgesetzt wie Bodö, dafür aber schon etwas mehr dem im Herbst und Winter schneller sich abkühlenden Hinterlande.

Diese Auffassung findet eine Stütze in den entsprechenden Vergleichswerten des Januar, der folgende Differenzen aufweist:

gegen Tromsö: = 0,2 Grad
gegen Bodö: = 2,3 Grad.

Daraus geht hervor, daß die im Herbst gefundene Begünstigung Bodös gegenüber Tromsö nun auch im Winter im vollen Umfang aufrecht erhalten bleibt.

Wir können die große Bedeutung derartiger kleiner Lageunterschiede noch deutlicher hervortreten lassen, wenn wir den Vergleich noch erweitern um eine Station, die auf vorgeschobenem Inselposten liegt, etwa durch Einbeziehung der Station Röst, die auf der südwestlichsten Insel der Lofoten-Gruppe den extremsten Golfstrom-Einfluß zeigen muß *). Wie groß dieser tatsächlich ist, veranschaulicht die folgende kleine Tabelle:

*) Röst liegt unter 67° 30' n. Br. und 12° 04' ö. Lg. etwa 100 km vor Bodö.

	Juli:	Januar:	Differ.:
Tromsö:	+12,6	—2,8	15,4
Bodö:	+13,8	—0,7	14,5
Röst:	+11,5	+2,0	9,5

Aus diesem kleinen Vergleich können wir entnehmen, daß das eigentliche Klima des Skandik, zu dessen Kenntnis diese Arbeit einige Beiträge zu liefern versucht, nur bis an den norwegischen Küstensaum gerechnet werden darf. Der Einfluß des Hinterlandes in kontinentalerem Sinne, den wir schon bei Tromsö ganz deutlich erkennen, würde sich natürlich um ein Vielfaches verstärken, wollte man noch ausgesprochene Fjordstationen heranziehen.

Zugleich ergibt sich aber hieraus auch die Notwendigkeit, die Anzahl der verwendeten norwegischen Küstenstationen erheblich zu beschränken und als Arbeitspunkte weder das eine noch das andere Extrem zuzulassen, sondern vielmehr Stationen zu wählen, die etwa die mittleren Küstenverhältnisse bezeichnen.

Jahreskarte: Da der Golfstrom seinen Einfluß im Winter und großen Teilen des Herbstes und Frühlings geltend macht, so kommt dieser natürlich auch in der Karte des Jahresmittels zum Ausdruck, und zwar sowohl auf der Karte für den Zeitraum 1911—1928 als auch auf der für den Abschnitt 1922 bis 1928. — Das allgemeine Bild der Temperaturverteilung ist auf beiden Karten gleich; lediglich in kleinen Einzelheiten der absoluten Werte treten Verschiedenheiten auf.

c) Andauer bestimmter Temperaturen.

Zur Berechnung der Einzugs- und Rückzugsdaten bestimmter Temperaturwerte wurde zwischen den in Betracht kommenden Monatsmitteln interpoliert.

Eine mittlere Tagestemperatur von +10 Grad ist auf den drei Inselstationen eine Seltenheit und keineswegs in jedem Jahr mit absoluter Sicherheit zu erwarten.

Auch die norwegische Küste östlich vom Nordkap kann noch nicht in jedem Jahr für einen bestimmten, wenn auch noch so kurzen Zeitraum mit dem Auftreten von mittleren Tagesmitteln über 10 Grad rechnen. Erst westlich bzw. südlich von Gjesvar ist das der Fall. Es ist interessant, am Beispiel von Tromsö und Bodö die Differenzen der berechneten Andauer in den verschiedenen Perioden zu vergleichen.

		1861/1920	1911/1928	1922/1928
Tromsö:	Einzug:	3. VII	27. VI	24. VI
	Rückzug:	18. VIII	23. VIII	26. VIII.
	Andauer:	46	57	63
Bodö:	Einzug:	18. VI	19. VI	17. VI
	Rückzug:	4. IX	6. IX	11. IX
	Andauer:	78	79	86

Bei Tromsö wirkt sich also der Unterschied der verschiedenen Beobachtungsperioden ganz erheblich aus, indem die Periode 1922/1928 mit 63 Andauertagen um 37% längere Andauer hat als die Periode 1861/1920 mit nur 46 Tagen. — Für Bodö ist die Wahl der Periode dagegen nicht bedeutungsvoll, da sich hier nur eine Differenz von 10% im ungünstigsten Falle zeigt. Auch daraus ersehen wir, daß eine Entscheidung über die Wertigkeit der einzelnen Beobachtungsperioden nicht generell getroffen werden kann, sondern für den einzelnen Ort mehr individuell entschieden werden müßte. — Immerhin bringt aber auch das vorstehende Beispiel zum Ausdruck, daß die Periode 1911/1928 nicht allzu sehr von der Periode 1861/1920 abweicht und deshalb im allgemeinen als weitere Arbeitsgrundlage verwendet werden kann. Für die Berechnung der übrigen Andauerwerte wurde deshalb diese Periode 1911/1928 benutzt, mit Ausnahme der beiden Inselstationen Jan Mayen und Bären-Insel.

		$>+5^0$	$>+0^0$	$<-5^0$	$<-10^0$	$<-15^0$
Bodö:	Einzug:	5. V	22. III			
	Rückzug:	9. IX	29. XI	x	x	x
	Andauer:	188	253			
Tromsö:	Einzug:	20. V	12. IV			
	Rückzug:	25. IX	4. XI	x	x	x
	Andauer:	128	206			
Röst:	Einzug:	12. V	x			
	Rückzug:	21. X	x	x	x	x
	Andauer:	162	365			

Vardö:	Einzug:	8. VI	26. VI	13. I		
	Rückzug:	24. IX	1. XI	24. II	x	x
	Andauer:	108	189	42		
Bären-I.:	Einzug:		8. VI	25. XI		
	Rückzug:	x	8. X	25. IV	x	x
	Andauer:		122	151		
Jan Mayen:	Einzug:	11. VII	22. V			
	Rückzug:	24. VIII	14. X	x	x	x
	Andauer:	44	145			
Gr.-Hb.:	Einzug:	12. VII	7. VI	10. X	4. XI	2. I
	Rückzug:	31. VII	15. IX	15. V	27. IV	5. IV
	Andauer:	19	100	217	174	93

Mit den Daten des Einzuges und Rückzuges bestimmter Temperaturen ist für manche Naturwissenschaften eine wertvolle Handhabe gegeben. So wird z. B. der Pflanzengeograph, der Tiergeograph, der Mediziner usw. manchen wertvollen Hinweis entnehmen können, wenn man selbstverständlich auch nicht vergessen darf, daß man diese Schwellenwerte der Temperaturen nicht überschätzen sollte; denn das organische Leben hängt von zu vielen anderen Faktoren und deren Zusammenspiel ab.

Eine gewisse Ergänzung und Korrektur erfahren diese Andauerwerte durch die Berücksichtigung der

d) Extrem-Temperaturen.

Die absoluten Extreme betragen an den einzelnen Stationen:

Station:	Maximum:			Minimum:			Differenz:
Bodö:	28,6	am:	5. VII. 1914	—18,8	am:	23. II. 1915	47,4 Grad
Tromsö:	27,6	„	28. VII. 1915	—18,4	„	5. II. 1912	46,0 „
Röst:	20,4	„	30. VII. 1924	—11,0	„	24. XII. 1919	31,4 „
Svolvaer:	30,0	„	8. VII. 1916	—14,6	„	21. II. 1926	44,6 „
Vardö:	24,8	„	3. VIII. 1927	—20,2	„	19. I. 1918	45,0 „
Bären-I.:	15,9	„	26. VIII. 1925	—31,6	„	18. III. 1927	47,5 „
Jan Mayen:	14,9	„	5. VIII. 1924	—18,4	„	30. XII. 1926	33,3 „
Green Hb.:	15,8	„	24. VII. 1923	—49,2	„	28. III. 1917	65,0 „

Es ist interessant, daß bei den Stationen Bodö, Tromsö, Svolvaer die verzeichneten absoluten Maxima in die Jahre 1914—1915—1916 gehören und nicht in den Abschnitt nach 1922, wie man es auf Grund der hohen Temperaturmittel vielleicht hätte erwarten können.

Die größte Differenz weist Green Harbour auf und damit den am meisten kontinentalen Klimaeinschlag. — Aus dem Rahmen der norwegischen Küstenstationen, die unter sich recht gut übereinstimmen, fällt Röst heraus, das mit 31,4 Grad Differenz die geringste überhaupt hat. Hierin wirkt sich der schon erwähnte Stationscharakter als ein weit ins Meer vorgeschobener Vorposten wieder deutlich aus. Recht hoch ist die Differenz auf der Bären-Insel, die — obwohl allseitig auf Hunderte von Kilometern vom offenen Meer umgeben — mit 47,5 Grad Differenz sogar die Küstenstationen übertrifft. Wie sich beim Vergleich der Maxima und Minima herausstellt, ist diese ausschließlich auf das Konto der tiefen Wintertemperaturen zu setzen, wie übrigens auch bei Green Harbour

Es wird sich deshalb verlohnen, auch die absoluten Extreme der Monatswerte in Auswahl zu betrachten:

Station:		I.	III.	V.	VII.	IX.	XI.
Tromsö:	Max.:	6,8	6,8	18,5	27,6	18,4	8,0
	Min.:	—15,9	—16,0	—6,3	1,9	—4,1	—14,2
	Diff.:	**22,7**	**22,8**	**24,8**	**25,7**	**22,5**	**22,2**
Vardö:	Max.:	5,8	4,0	17,0	21,2	16,0	6,0
	Min.:	—20,2	—16,0	—8,4	3,0	—2,5	—12,6
	Diff.:	**26,0**	**20,0**	**25,4**	**17,8**	**18,5**	**18,6**
Bären-I.:	Max.:	4,3	2,6	5,3	12,5	11,0	3,0
	Min.:	—26,0	—31,6	—13,9	—2,6	—7,1	—18,7
	Diff.:	**30,3**	**34,2**	**19,2**	**15,1**	**18,1**	**21,7**
Jan M.:	Max.:	3,5	6,6	9,6	11,9	9,4	4,8
	Min.:	—18,0	—18,4	—9,5	—0,8	—4,9	—13,6
	Diff.:	**21,5**	**25,0**	**19,1**	**12,7**	**14,3**	**18,4**
Gr.-Hb.:	Max.:	4,3	2,6	5,4	15,8	10,6	3,8
	Min.:	—45,7	—49,2	—26,1	—1,8	—14,6	—37,7
	Diff.:	**50,0**	**51,8**	**31,5**	**17,2**	**25,2**	**41,5**

Tromsö zeigt in den Differenzwerten der einzelnen Monate ein außerordentlich ausgeglichenes Bild, sodaß wir sagen können, daß während des ganzen Jahres der gleiche Klimatyp — eben der ozeanische — unverändert vorherrscht.

Vardö zeigt ein unruhiges Bild, jedoch ohne einen bestimmten jahreszeitlichen Charakter.

Die Bären-Insel hingegen bringt die größten Differenzen im Ausgang des Winters und die geringsten im Hochsommer. Hier ist also ein Jahresgang ganz unverkennbar: ausgesprochen maritim im Sommer, merklich kontinental im Spätwinter gestaltet.

Genau den gleichen Eindruck bietet Jan Mayen, nur ist die winterliche Neigung zur Kontinentalität hier nicht ganz so scharf betont.

Am deutlichsten tritt der Jahresgang bei Green Harbour auf Spitzbergen hervor; die Sommerdifferenzen — z. B. im Juli — sind z. T. noch geringer als bei den norwegischen Küstenstationen. Wenn das auch z. T. der ständigen Sonnenwirkung im Polartag zu danken sein wird, so dürfen wir dennoch auf eine ausgesprochen maritime Klimagestaltung im Sommer schließen. Im Winter jedoch schlägt diese völlig ins Gegenteil um zu einer beinahe als extrem kontinental zu bezeichnenden Temperaturgestaltung.

Wie ungewöhnlich intensiv dieser kontinentale Klimaeinschlag tatsächlich ist, geht am deutlichsten aus einem Vergleich mit Innerrußland hervor.

Während in Green Harbour der wärmste Januar ein Mittel von —5,6 Grad ergab und der kälteste ein solches von —26,0, finden wir in Orenburg in Innerrußland nur eine entsprechende Spanne von —8,0 und —24,9. Die Differenz zwischen dem wärmsten und kältesten Januar ist mit 20,4 Grad auf Spitzbergen also tatsächlich noch etwas größer als in Orenburg, wo sie nur 16,9 Grad ausmacht.

Dabei ist sogar noch zu berücksichtigen, daß für Orenburg hier die Reihe 1886/1915 mit 30 Jahren gegenüber nur 18 Jahren bei Green Harbour zu Grunde liegt!

e) Sommer-, Frost- und Eistage.

1. Sommertage treten in unserem Arbeitsgebiet — wie auch schon aus der Tabelle auf S. 24 hervorgeht — nur über dem norwegischen Festlande auf. Ihre Zahl ist jedoch von Jahr

zu Jahr außerordentlich verschieden; Tromsö z. B. hatte im Zeitraum 1911/1928 nur in 5 Jahren — und zwar 1914—1915—1919—1922—1927 — Temperaturen von 25 Grad und darüber erreicht.

2. Frosttage sind neuerdings für eine sehr große Anzahl von Stationen von Birkeland und Föyn berechnet worden.

	Gr.-Hb.:	Bären-Insel:	Vardö:	Jan Mayen:
Beobachtungsjahre:	1911–1928	1923–1928	1911–1928	1922–1928
I.	30,4	28,8	30,2	27,7
II.	27,9	29,9	28,0	26,1
III.	31,0	30,1	30,4	29,9
IV.	29,7	28,7	26,0	26,0
V.	30,0	29,7	16,4	26,0
VI.	13,5	20,1	1,6	12,4
VII.	0,5	3,7	0,0	0,3
VIII.	2,5	2,7	0,0	0,9
IX.	19,6	6,1	0,9	8,4
X.	29,6	24,1	17,0	20,7
XI.	29,6	28,7	25,0	26,3
XII.	30,5	29,9	30,4	28,0
Jahr:	275,0	261,9	205,9	233,3

Die Reihe für Bären-Insel wurde der Arbeit von Birkeland und Föyn entnommen. — (5. p. L. 99).

Am bemerkenswertesten erscheint die Tatsache, daß die Bären-Insel in der Zahl der Frosttage kaum hinter Spitzbergen zurücksteht, daß sich die südlichere Lage kaum merklich auswirkt. Beim Vergleich der einzelnen Monate muß besonders die sehr hohe Zahl von Frosttagen im Juni auf Bären-Insel auffallen, wo wir noch 20,1 gegen nur 13,5 auf Spitzbergen finden. Es spiegeln sich also auch hier die — vorwiegend durch Treibeis und Nebel bedingten — wenig günstigen sommerlichen Temperaturverhältnisse auf der Bären-Insel wider, auf die schon früher hingewiesen wurde.

3. Eistage sind auf Grund des verfügbaren Materials nur für Green Harbour nach den stündlichen Beobachtungen festzustellen:

I	= 25,8	VII	= 0,0
II	= 26,6	VIII	= 0,1
III	= 29,4	IX	= 8,2
IV	= 27,1	X	= 23,9
V	= 19,4	XI	= 26,3
VI	= 0,9	XII	= 27,9

Jahr = 219,2.

		Gr.-Hb.:	Jan Mayen:	Vardö:
Frostage	erster: durchschn.:	22. 8.	1. 9.	5. 10.
	frühester:	9. 7.	1. 8.	23. 9.
	spätester:	17. 9.	20. 9.	21. 10.
	letzter: durchschn.:	18. 6.	24. 6.	27. 5.
	frühester:	3. 6.	16. 6.	26. 4.
	spätester:	26. 6.	29. 6.	10. 6.
Eistage	erster: durchschn.:	17. 9.		
	frühester:	29. 8.		
	spätester:	1. 10.	x	x
	letzter durchschn.:	1. 6.		
	frühester:	16. 5.		
	spätester:	14. 6.		

II. Die Luftfeuchtigkeit.

a) relative Luftfeuchtigkeit.

Station:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	J:
Green Hb.: (1911–1928)	81	80	80	77	**76**	81	81	**83**	82	80	79	81	80
Bären-I.:	(da nur aus 3 Jahren die Beobachtungen der rel. Feuchte vorliegen, wurden keine Mittel berechnet.)												
Jan Mayen: (1922–1928)	84	83	81	82	82	86	**89**	86	83	82	**80**	81	83
Vardö:*) (1911–1928)	82	81	**81**	82	83	86	**86**	**86**	86	85	85	83	84
Tromsö: (1911–1928)	75	75	74	**73**	75	76	79	80	**82**	80	78	76	77

b) absolute Luftfeuchtigkeit.

Station:	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	J:
Green Hb.: (1911–1928)	1,6	**1,2**	**1,2**	1,6	2,7	4,3	**5,5**	5,3	3,9	2,6	1,8	1,6	2,8
Bären-I.:	(vgl. Bem. in Tabelle a.)												
Jan Mayen: (1922–1928)	3,0	3,1	**2,6**	3,1	3,6	4,7	**6,0**	5,8	4,8	3,7	3,0	2,8	3,8
Vardö: (1911–1928)	2,8	**2,7**	2,9	3,6	4,4	5,8	**7,5**	7,4	6,3	4,5	3,7	3,0	4,5
Tromsö: (1911–1928)	2,9	**2,8**	3,1	3,6	4,5	6,1	**8,2**	7,9	6,1	4,3	3,6	3,0	4,7

Wie es nicht anders zu erwarten ist, schließt sich der Jahresgang der absoluten Luftfeuchtigkeit an den der Temperaturen an; sie nimmt dementsprechend zu, je weiter wir nach S kommen; selbst Tromsö zeigt aber auch im Hochsommer noch Werte, die durchschnittlich unter 10 mm Hg liegen.

*) Nach den Bemerkungen der Norwegischen Meteorolog. Jahrb. sind die Angaben über die rel. Feuchte bei der Station Vardö zuweilen weniger zuverlässig. Einige Jahre mußten aus diesem Grunde sogar unberücksichtigt bleiben.

Nur das weit ins Meer vorgeschobene Röst hat etwas höhere Werte mit je 8,7 im Juli und August.

Mit einem Januarmittel von 3,8 in Röst wird die Differenz gegen Tromsö usw. etwas vergrößert, wie es im Angleich an die schon besprochenen Temperaturverhältnisse zu erwarten ist.

Der jährliche Gang der relativen Luftfeuchtigkeit hingegen ist keineswegs an allen Stationen an den Temperaturgang angelehnt. Am ehesten könnte man das noch von Vardö sagen, das sich übrigens auch durch eine recht geringe jährliche Schwankung auszeichnet. Einen ziemlich eindeutigen Jahresgang weist auch Tromsö auf mit einem April-Minimum und einem September-Maximum.

Ganz ähnlich ist der Gang bei Green Harbour: Minimum im April/Mai und Maximum im August/September.

Abweichend ist der Jahresgang aber auf Jan Mayen: nach einem Hauptmaximum im Juli sinkt die relative Feuchte bis zu einem Hauptminimum im November, steigt im Januar zu einem sekundären Maximum an, erreicht im März (in gewissem Sinne auch mit Einschluß des April und Mai) noch ein sekundäres Minimum.

Damit ergeben sich bei den einzelnen Stationen solche Schwankungen im Laufe des Jahres, die weitgehend mit den Niederschlags- und Bewölkungsverhältnissen Uebereinstimmung zeigen.

Ganz allgemein kann man aber sagen, daß die relative Feuchte mit Werten von fast durchweg über 80% eine recht hohe ist; und besonders auf Jan Mayen finden sich wiederholt Sommermonate mit einem Mittel von über 90%!

Auffällig ist bei Jan Mayen auch die recht große Jahresschwankung: zwischen Maximum und Minimum ergibt sich eine Spanne von 9% wie bei Tromsö.

Recht interessant ist der Tagesgang der relativen Feuchte bei Green Harbour; er wurde auf Grund der 3 Terminbeobachtungen berechnet.

Diese Uebersicht veranschaulicht, wie geringfügige Tagesschwankungen während der Polarnacht stattfinden und wie klein diese auch zur Zeit des anhaltenden Polartages sind, wogegen sie ihre größten Werte in den Uebergangsjahreszeiten — (vgl. speziell Monat Mai) — mit dem steten Wechsel zwischen Tag und Nacht erreichen können.

	I	II	III
Januar:	81,3	81,4	81,1
Februar:	80,2	80,2	80,4
März:	80,4	78,4	79,7
April:	77,9	72,8	76,4
Mai:	75,6	69,6	74,5
Juni:	80,2	76,6	80,4
Juli:	80,9	77,3	79,6
August:	83,9	79,1	81,9
September:	82,8	79,3	82,0
Oktober:	80,7	79,3	80,3
November:	78,9	78,7	78,9
Dezember:	81,5	81,4	81,4

III. Die Bewölkung.

Die in der nachstehenden Tabelle gegebenen Monats- und Jahresmittel der Bewölkung an unseren Stationen wurden aus den schon in der Besprechung der Temperaturverhältnisse erwähnten Gründen nicht reduziert, zumal hier auch noch die aus den der Polarnacht eigenen Beleuchtungsverhältnissen entstehende Unsicherheit hinzutritt.

a) Monats- und Jahresmittel:

Beobachtungsjahre	1911—1928	1922—1928	1923—1928	1911—1928	1911—1928	1911—1928
	Gr.Hb.:	Jan Mayen:	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö:	Bodö:
Januar:	6,2	8,3	8,1	7,5	6,4	6,1
Februar:	6,1	8,4	8,0	7,3	6,4	6,2
März:	5,8	**7,9**	8,3	7,3	6,3	5,5
April:	**5,5**	8,1	8,5	7,0	6,4	5,6
Mai:	6,8	8,2	8,9	7,4	7,0	5,7
Juni:	7,4	8,4	8,8	7,2	7,0	6,1
Juli,	7,0	**8,8**	8,7	**6,9**	6,5	6,2
August:	7,3	8,6	8,9	7,4	6,4	**5,4**
September:	**7,6**	8,2	**9,1**	7,6	**7,7**	**6,6**
Oktober:	7,1	8,2	8,6	7,6	7,2	6,5
November:	6,2	8,1	8,7	**7,8**	6,9	6,3
Dezember:	5,7	8,1	**7,9**	7,6	**5,8**	**6,6**
Jahr:	6,6	8,3	8,5	7,4	6,7	6,0

Durch besonders hohe Bewölkungsgrade fallen Jan Mayen und die Bären-Insel auf.

Bis auf Vardö ergibt sich im Jahresgang bei allen Stationen eine gute Uebereinstimmung mit dem Gang der relativen Luftfeuchtigkeit.

Ganz allgemein wird die stärkste Bewölkung in der Uebergangszeit vom Sommer zum Herbst beobachtet; ganz besonders scharf tritt diese Bewölkungszunahme bei Tromsö vom August zum September in die Erscheinung, wo wir einen plötzlichen Sprung von 6,4 auf 7,7 finden.

Diese unvermittelte Zunahme darf nicht als unecht, etwa durch die relative Kürze der Reihe bedingt, aufgefaßt werden. Denn wir finden sie — nur wenig abgeschwächt [von 6,7 auf 7,6] — in den Angaben bei Birkeland und Föyn wieder, denen die Berechnungen nach der langen Normalperiode 1861—1920 als Grundlage dienten.

Ueberhaupt fördert ein Vergleich jener Monatsmittel mit den unsrigen eine an sich recht gute Uebereinstimmung, da die Abweichungen fast niemals mehr als +0,2, zumeist sogar noch weniger betragen. Solche Abweichungen liegen aber noch durchaus im Bereich der Fehlergrenzen beim Beobachten, was ja besonders bei den nördlichen Inselstationen in der langdauernden Dunkelheit der Polarnacht bedingt ist.

Eine Abnahme der Bewölkung mit Herbstbeginn läßt sich lediglich auf Jan Mayen feststellen, wo das Maximum bereits in den Juli, also in den Hochsommer zu fallen pflegt.

Der Jahresverlauf in der Bewölkung bei Green Harbour gewinnt an Interesse, wenn wir versuchen, ihn mit den Eisverhältnissen und den daraus entstehenden Temperaturgegensätzen zum Hinterland in Beziehung zu setzen. Im Spätwinter ist Spitzbergen weithin vom Eis umgeben und liegt gleichzeitig voll und ganz im Wirkungsbereich der arktischen, trockenen Kaltluft. Nennenswerte Temperaturgegensätze oder -schwankungen ergeben sich also nirgends, so daß auch die Vorbedingungen für stärkere Nebel- und Wolkenbildungen fehlen. Erst mit dem Einsetzen starker Temperatursteigerungen im Mai und Juni kommen diese zustande, sofern das Eis noch nicht aufgegangen ist, was zumeist der Fall ist. — Ist das Eis im Juli gewichen, so muß sich das offene Wasser erst langsam erwärmen; die zwar

schwächeren, aber doch immer noch verhandenen Temperaturunterschiede zwischen dem Wasser und der darüber hinstreichenden wärmeren Luft verursachen noch immer reichliche Nebel- und Wolkenbildung. Vom August an fegen aber bereits wieder die ersten Kaltluftausbrüche aus dem Polargebiet über das nunmehr etwas mildere Wasser südwärts, so daß die Temperaturunterschiede — wenn auch nun mit umgekehrtem Vorzeichen — erhalten bleiben. Sie verschwinden erst wieder, wenn im November das Eis wieder mächtiger wird und zusammenzufrieren beginnt, wenn die inzwischen schon wieder weit unter den Gefrierpunkt abgekühlte Luft nicht mehr mit dem offenen Wasser in Kontakt gelangt. Dann tritt auch rasch wieder eine merkliche Bewölkungsabnahme ein (vgl. den scharfen Rückgang von 7,2 auf 6,2 vom Oktober zum November!).

Mit ganz ähnlichen Ueberlegungen läßt sich auch der Jahresgang auf der Bären-Insel erklären, wo wir nicht vergessen dürfen, daß auch in der eisfreien Zeit die aus der Barentsee stammenden Strömungen ständig eine kalte Unterlage bilden, die sich umso stärker auswirkt, als die südlichere Lage der Bären-Insel an sich eine stärkere Erwärmung im Sommer zulassen würde als etwa bei Spitzbergen.

Einige Worte sind auch noch zu der schon erwähnten starken Bewölkungszunahme des September in Tromsö zu sagen. Wie aus dem Vergleich mit der langen Reihe 1861—1920 hervorgeht, handelt es sich nicht um einen Zufallswert. Er ist darüber hinaus aber auch an anderen Stationen der nördlichen norwegischen Küste — etwa westl. vom Nordkap — zu finden, stellt also eine klimatische Eigenart des Gebietes dar.

Zunächst finden wir die starke Bewölkungszunahme bei Skomvaer wieder mit einer Steigerung von 6,9 im August auf 7,5 im September und auch bei Brönnö mit entsprechenden Werten von 7,0 auf 7,4; und zwar sind diese Werte dem Werk von Birkeland und Föyn entnommen, basieren also auf der 60-jährigen Reihe. (Jahresmittel der Bewölkung in Skomvaer = 7,3 und in Brönnö = 6,9).

Wir haben dazu noch Röst berechnet und finden hier die entsprechenden Werte mit 7,1 zu 7,7. Die allgemeine Erhöhung entspricht dabei durchaus dem höheren Jahresdurchschnitt, der sich bei Röst zu 7,8 berechnet (gegenüber nur 6,7 bei Tromsö) und damit erneut die extrem maritime Klimagestaltung bei Röst hervorhebt; denn mit einem Jahresmittel von 7,8 gelangt Röst schon nahe an den Jahreswert von Jan Mayen mit 8,3 heran.

Bodö hingegen hat im Durchschnitt (1911/1928) sogar nur eine Jahresbewölkung von 6,0 und ist somit noch günstiger gestellt als Tromsö. — Trotzdem ist die Differenz in der Bewölkung zwischen dem August und September noch ebenso groß wie in Tromsö; der September bringt 6,6 nach 5,4 im August.

Es hat also den Anschein, daß die bemerkenswerte Eintrübung im September besonders heftig an den Küstenstationen in Erscheinung tritt, die unmittelbaren Anschluß an das kontinentale Hinterland besitzen; daß sie aber schwächer ist bei den auf vorgeschobenem Inselposten stehenden Stationen, da diese ohnehin auch im Sommer mit relativ hoher Bewölkung unter ausschließlich ozeanischem Einfluß stehen.

b) Der tägliche Gang der Bewölkung

wurde wiederum für Green Harbour berechnet auf Grund der in den norwegischen Jahrbüchern veröffentlichten Terminbeobachtungen (für 1911—1928):

	I	II	III
Januar:	6,1	6,5	6,1
Februar:	6,2	6,1	5,7
März:	6,1	5,7	5,6
April:	5,9	5,5	5,3
Mai:	6,6	6,5	6,7
Juni:	7,6	7,5	7,4
Juli:	7,4	6,9	6,9
August:	7,6	7,2	7,1
September:	7,3	7,4	7,8
Oktober:	7,3	7,4	6,9
November:	6,0	6,5	6,0
Dezember:	5,8	5,9	5,9

Wir finden vom Oktober bis in den Januar das Maximum im täglichen Gang der Bewölkung zum Mittagstermin, während das Minimum dann vor allem am Abend liegt.

Der Februar stellt einen Uebergang dar zu der vom März bis in den August dauernden Periode, die mit Ausnahme des sehr ausgeglichenen Mai ein ausgesprochenes Frühmaximum der Bewölkung aufweist, während das Minimum am Nachmittag er-

reicht wird. Hinsichtlich des täglichen Ganges der Bewölkung zeigt Green Harbour damit also einen regelrechten Küstentypus, und zwar für den Sommer. Im Winter hingegen könnte man eher von einem Landtypus sprechen, sofern man das überhaupt angesichts der in der Polarnacht herrschenden Dunkelheit und Unsicherheit kann.

c) Trübe und heitere (bzw. wolkenlose) Tage.

Die heiteren bzw. trüben Tage wurden nach den Angaben der norwegischen Jahrbücher festgestellt; darüber hinaus wurde für die Stationen, von denen Terminbeobachtungen veröffentlicht sind, auch noch die Tage ausgezählt, die an allen drei Terminen die Bewölkung O notierten.

1. Trübe Tage:

Beob.J.	1911–1928	1922–1928	1923–1928	1911–1928	1911–1928	1911–1928	1911–1928
	Gr.Hb.:	Jan Mayen:	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö:	Bodö:	Röst:
Jan.:	13,2	20,9	18,3	16,9	13,8	11,2	20,7
Febr.:	11,4	18,1	16,7	15,3	12,9	9,9	16,4
März:	11,5	17,9	20,0	15,8	13,9	8,1	16,0
April:	10,2	19,4	21,2	14,5	13,9	7,1	14,7
Mai:	13,4	18,4	23,5	16,7	16,8	7,5	14,7
Juni:	16,8	20,9	23,0	14,4	15,0	9,5	15,9
Juli:	15,8	23,4	23,2	15,1	14,1	8,4	15,5
Aug.:	17,1	23,0	23,8	16,6	13,4	6,6	14,8
Sept.:	16,7	19,0	24,7	16,4	18,3	10,4	18,1
Okt.:	15,8	19,3	21,2	16,3	17,3	11,3	18,3
Nov.:	13,1	17,6	20,5	16,9	15,4	11,2	17,9
Dez.:	11,0	19,0	18,3	17,1	12,0	9,5	19,1
Jahr:	166,0	237,0	254,3	191,0	176,9	110,7	202,1

2. Heitere Tage:

	Gr.Hb.:	JanMayen:	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö:	Bodö:	Röst:
Jan.:	6,2	0,4	0,7	1,6	5,3	4,6	0,8
Febr.:	5,5	0,1	0,2	1,9	5,4	3,8	0,8
März:	7,0	0,6	0,2	2,6	6,4	5,5	1,8
April:	6,9	0,0	0,5	2,7	5,3	3,7	1,6
Mai:	4,4	0,1	0,0	2,4	4,4	4,4	3,9
Juni:	3,1	0,3	1,0	1,8	3,4	2,8	2,7
Juli:	3,6	0,1	0,3	3,9	5,2	3,8	2,6
Aug.:	2,5	0,1	0,0	2,2	5,3	4,3	2,4
Sept.:	2,2	0,0	0,0	1,2	2,6	1,8	0,9
Okt.:	2,7	0,1	0,0	1,3	4,0	3,5	0,9
Nov.:	5,4	0,1	0,0	0,8	4,6	4,2	1,0
Dez.:	6,6	0,3	0,7	1,3	7,4	6,0	1,2
Jahr:	55,9	2,4	3,7	23,5	59,3	48,4	20,3

Die Tabellen entsprechen in der Hauptsache dem Gang der Bewölkung in den einzelnen Monatsmitteln, sodaß der Winter allgemein — in Vardö aber nicht — die größte Anzahl heiterer und die geringste Zahl trüber Tage aufweist; im Sommer ist es umgekehrt.

Besonders bemerkenswert ist die außerordentlich kleine Zahl der heiteren Tage auf der Bären-Insel und auf Jan Mayen, die praktisch ja eigentlich gleich Null ist; jedenfalls kann man hier kaum noch von einem Jahresgang in der Zahl der heiteren Tage sprechen.

Hinzuweisen ist auch noch auf Röst; einmal wegen seiner niedrigen Zahl an heiteren Tagen im Vergleich zu Tromsö und Bodö, dann aber auch wegen des hier immerhin deutlich erkennbaren Jahresganges, der gerade umgekehrt als bei Tromsö und Bodö verläuft: das Minimum der heiteren Tage liegt im Winter und das Maximum im Sommer, ohne daß allerdings die sommerlichen Maximalwerte von Röst die sommerlichen Minimalwerte von Tromsö ganz erreichen können.

Auch an diesem Beispiel sieht man wieder, daß die Klimagestaltung von Tromsö und Bodö im Gegensatz zu Röst schon dem unmittelbarsten Einfluß des Ozeans entgeht, daß also das extrem maritime Klima des Skandik bereits auf der Küstenlinie vom Hinterlande her in gewisser Beziehung modifiziert wird.

3. Wolkenlose Tage:

Wenn wir noch für die Stationen Green Harbour und Vardö hier die Zahl der wolkenlose Tage in den einzelnen Monaten anfügen, so dient das lediglich der Vervollständigung des Tabellenwerkes, ohne daß sich dabei irgendwelche neuen Gesichtspunkte ergeben. Bemerkenswert ist immerhin vielleicht die überraschend hohe Zahl der ganz wolkenlosen Tage auf Spitzbergen, die sogar noch höher ist als die Zahl der lediglich heiteren Tage in Röst.

	Gr.-Hb.:	Vardö:
Beobachtungsjahre: 1911—1928.		
Januar:	3,8	0,6
Februar:	2,7	0,4
März:	3,7	0,7
April:	3,7	0,8
Mai:	2,4	0,6
Juni:	0,9	0,6
Juli:	0,7	1,4
August:	0,9	0,7
September:	1,0	0,2
Oktober:	0,7	0,3
November	2,4	0,2
Dezember:	3,1	0,2
Jahr:	26,1	6,7

Auch der Vergleich der Verhältnisse der heiteren Tage zu den wolkenlosen Tagen:

Green Harbour = 55,9 : 26,1 = 2,1
Vardö: = 23,5 : 6,7 = 3,5

zeigt die günstigere Stellung von Green Harbour; denn dort ist fast jeder zweite heitere Tag ganz wolkenlos, in Vardö aber nur etwa jeder 3.—4. Tag.

IV. Die Niederschläge.

Bei der großen Bedeutung dieses Elementes wären Reduktionen sehr wünschenswert, zumal die Veränderlichkeit eine verhältnismäßig hohe ist: in Green Harbour = 17,2%; Jan Mayen = 19,6%; Bären-Insel = 25,5%; Tromsö = 13,2%; Vardö = 10,3%; Bodö = 16,3%. Da auf Grund unserer Reduktionsvorprüfungen aber auch hier Reduktionen besser wohl unterbleiben, wird es vorteilhaft sein, wenigstens die sich aus den

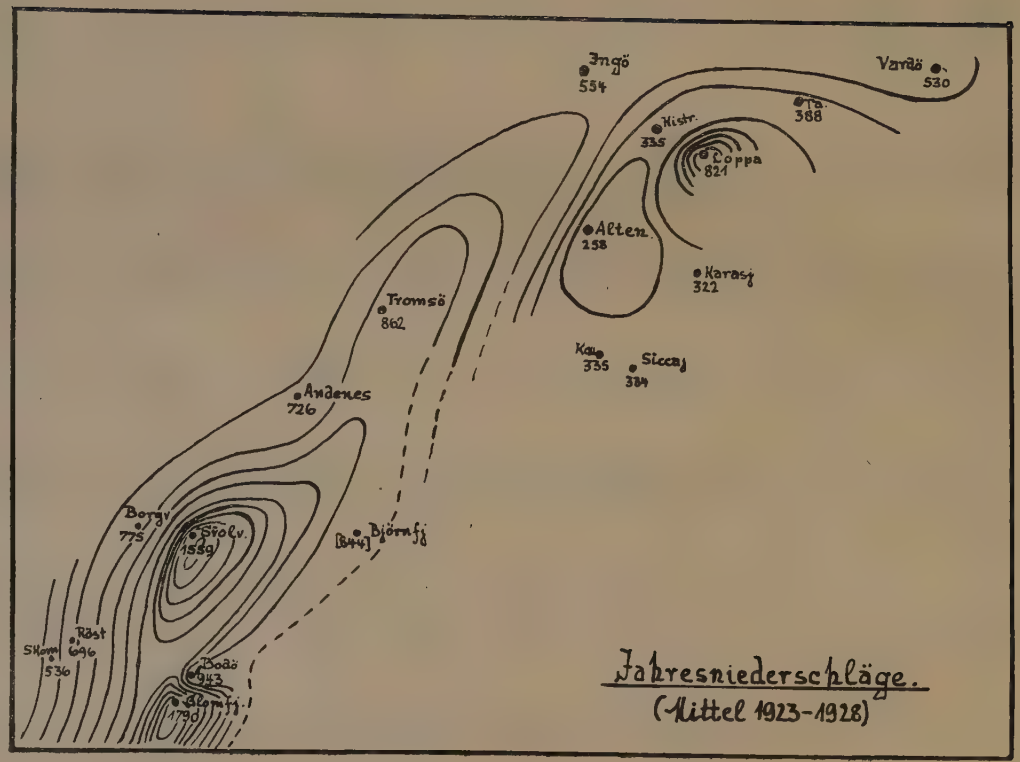
verschieden langen Beobachtungsreihen ergebenden Werte vergleichend gegenüberzustellen.

Zuvor folgt noch eine Zusammenstellung von Jahresmitteln an einer größeren Anzahl norwegischer Stationen — auch des Hinterlandes —, um die große örtliche, orographisch bedingte Verschiedenheit der Niederschlagssummen zu zeigen. Es wurde hierfür der Zeitraum 1923—1928 gewählt, um damit zugleich den Anschluß zu gewinnen an die Vergleichswerte der kürzesten Reihe in der folgenden 2. Tabelle:

Station:	Höhe:	nördl. Breite	östl. Lg.:	Niederschlag	
Siccajavre:	380 m	68°45'	23°32'	334,2 mm	
Kautokeina:	308	68°59'	23°07'	334,7	
Karasjok:	128	69°25'	25°35'	321,6	
Vardö:	12	70°22'	31°08'	530,2	
Tana:	5	70°27'	28°15'	387,9	(Lee-Lage)
Kistrand:	11	70°28'	25°12'	334,8	(Lee-Lage)
Ingö:	4	71°04'	24°06'	553,6	
Alten:	7	69°58'	23°15'	257,8	(Lee-Lage)
Loppa:	8	70°20'	21°27'	820,8	
Tromsö:	102	69°39'	18°57'	862,4	
Andenes:	5	69°20'	16°88'	726,0	
Borgvaer:	4	68°20'	13°48'	775,2	
Röst:	8	67°30'	12°04,	696,4	
Skomvaer:	11	67°24'	11°54'	536,2	
Svolvaer:	1	68°14'	14°37'	1558,5	(Luv-Lage)
Bodö:	16	67°17'	14°26'	943,1	
Glomfjord:	6	66°48'	14°00'	1790,3	(Max. = 2092,3
Brönnö:	11	65°28'	12°12'	1056,2	i. J. 1925)
Rossvikvagen:	13	65°04'	11°48'	1144,4	
Stugudalen:	613	62°54'	11°52'	672,8	
Björnfjell:	514	68°26'	18°04'	844,5	(red. a. Andenes)

Interessant ist, daß die höchsten Niederschläge nicht direkt unter der Einwirkung des skandinavischen Hochgebirges auftreten, sondern — anscheinend durch Preßungseffekte ausgelöst — die vor der eigentlichen Küstenlinie liegenden Lofoten betreffen. Außerdem läßt sich noch ganz allgemein feststellen, daß die Niederschläge von Norden nach Süden hin zunehmen.

An der Karte wie auch an der Tabelle können wir schließlich auch noch erkennen, daß die Stationen Vardö, Tromsö und Bodö, die wir ausgewählt haben als etwa repräsentative Stationen auf dem norwegischen Festlande, für ihre Umgebung einen ungefähr ausgleichenden Mittelwert darstellen.



Jahresniederschläge.
(Mittel 1923-1928)

a) Monats- und Jahresmittel der Niederschläge:

Jahre:	1911–28 1922–28 1861–20	22–28	23–28	11–28 22–28 76–25	11–28 22–28 76–25	11–28 22–28 76–25
Station:	Gr.-Hb.:	JanMayen:	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö:	Bodö
Januar:	36,0	x	x	59,3	90,8	71,7
	47,5	**43,0**	**42,1**	**47,8**	**79,1**	**71,7**
	x	x	x	67	110	71
Februar:	39,2	x	x	52,2	84,0	66,6
	52,1	**42,1**	**32,3**	**40,3**	**77,5**	**66,8**
	x	x	x	72	111	73
März:	30,4	x	x	47,6	71,9	62,8
	42,9	**35,3**	**36,1**	**60,2**	**78,7**	**72,6**
	x	x	x	53	80	60
April:	26,3	x	x	36,2	60,6	**57,6**
	33,4	**24,1**	**27,7**	**37,9**	**63,6**	**55,7**
	x	x	x	42	59	44
Mai:	14,0	x	x	**33,0**	52,5	58,7
	15,6	**12,0**	**14,7**	**26,2**	**39,9**	**55,4**
	x	x	x	35	48	68
Juni:	**11,2**	x	x	43,5	**48,2**	68,8
	8,8	**13,2**	**17,0**	**50,9**	**36,2**	**60,6**
	x	x	x	40	55	68
Juli:	16,3	x	x	37,9	54,2	73,0
	16,4	**25,1**	**17,0**	**40,2**	**62,7**	**80,9**
	x	x	x	44	57	60
August:	21,0	x	x	54,5	58,2	**57,5**
	18,0	**24,5**	**23,4**	**27,5**	**40,5**	**47,7**
	x	x	x	51	70	51
September:	26,7	x	x	65,7	133,0	105,8
	36,1	**48,7**	**37,8**	**52,9**	**107,4**	**103,1**
	x	x	x	61	122	105
Oktober:	28,6	x	x	**66,3**	130,2	**114,9**
	24,4	**41,7**	**45,8**	**53,0**	**110,5**	**120,3**
	x	x	x	63	117	112
November:	26,6	x	x	51,9	86,4	94,4
	27,8	**33,4**	**26,1**	**57,8**	**94,0**	**120,5**
	x	x	x	64	113	97
Dezember:	**45,1**	x	x	63,2	84,7	69,4
	53,7	**39,2**	**44,2**	**57,5**	**87,4**	**95,5**
	x	x	x	65	97	60
Jahr:	320,2	x	x	611,6	954,7	900,5
	396,0	**382,4**	**364,5**	**535,3**	**878,6**	**908,1**
	x	x	x	655	1035	867

Bei einem Vergleich der Jahressummen, wie sie auf Grund der verschiedenen Beobachtungsperioden errechnet werden, zeigt sich keineswegs ein einheitliches Bild.

Green Harbour weist in der kurzen Reihe 1922/28 ein um 76 mm = 24% höheres Jahresmittel aus als in der Reihe 1911/28. Bei Vardö ist es hingegen gerade umgekehrt: die kürzere Reihe bringt ein um 76 mm geringeres Jahresmittel; während auf der Beobachtungsgrundlage 1911/28 zwischen Vardö und Green Harbour also eine Differenz von 291 mm besteht, verringert sich diese für die Periode 1922/28 bis auf 139 mm!

Tromsö gleicht genau Vardö: auch hier fällt im Mittel der Periode 1911/28 um 76 mm mehr Niederschlag als im Zeitraum 1922/28.

Bodö bringt nun aber wieder eine neue Umkehr: das Jahresmittel 1922/28 ist hier größer — wenn auch nur um den kleinen Betrag von rund 8 mm — als das für 1911/28 berechnete.

Es ist also nicht möglich, irgend einen gesetzmäßigen Zusammenhang in der Steigerung bzw. in der Minderung der Niederschläge unter Berücksichtigung verschieden langer Beobachtungsperioden zu finden.

Aehnlich wie es bei den Temperaturen geschehen ist, wollen wir auch für die an den einzelnen Stationen gefallenen Niederschläge die Veränderungen von Jahr zu Jahr feststellen:

	Gr.-Hb:	Jan Mayen:	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö
Von 1912 zu 1913:	+ **15,8**			— 30,7	+**203,5**
„ 13 „ 14:	— 52,1			+**155,1**	+ **7,7**
„ 14 „ 15:	— 16,1			—127,2	—113,9
„ 15 „ 16:	+ **34,8**			+ **83,3**	— 81,6
„ 16 „ 17:	— 2,8			— 52,5	+**174,3**
„ 17 „ 18:	+ **59,7**			— 82,3	+ **10,3**
„ 18 „ 19:	—141,4			+**138,9**	— 57,3
„ 19 „ 20:	+ **82,5**			+ **6,4**	+**175,3**
„ 20 „ 21:	+ **44,3**			+ **2,3**	+**380,2**
„ 21 „ 22:	— 31,4			— 74,4	—628,3
„ 22 „ 23:	+ **60,8**	+ **45,8**		— 21,7	—103,7
„ 23 „ 24:	+ **3,3**	— 4,3	+**108,8**	— 37,6	+**345,2**
„ 24 „ 25:	—136,3	+ **53,4**	—111,5	+**176,4**	—194,3
„ 25 „ 26:	+**117,1**	—265,1	+ **8,4**	—117,8	— 11,9
„ 26 „ 27:	+**110,4**	+**125,1**	+**227,0**	—127,9	— 71,7
„ 27 „ 28:	+ **64,3**	+**184,2**	— 15,1	— 85,8	+ **84,2**

Vorzeichenwechsel					
ab 1912	10	x	x	8	8
ab 1923	2	3	3	2	2

Die Zahl der Vorzeichenwechsel ist demnach bei den verschiedenen Stationen ziemlich gleich. Daß trotzdem aber eine Vergleichsgrundlage in keiner Weise gegeben ist, wird klar, sobald man die Vorzeichen der einzelnen Stationen von Jahr zu Jahr vergleicht, wobei man feststellen muß, daß die Vorzeichenwechsel 1) nicht die gleichen Jahre betreffen und 2) z. T. gleichsinnig und z. T. aber auch nicht gleichsinnig verlaufen.

Ab 1923 beträgt die mittlere absolute Veränderlichkeit in

Green Harbour	=	86,3 mm
Jan Mayen	=	126,4 mm
Bären-Insel	=	94,2 mm
Vardö	=	109,1 mm
Tromsö	=	141,5 mm

b) Die Isohyetenkarten:

Zu allen Zeiten des Jahres treten die geringsten Niederschlagsmengen im Nordwesten unseres Arbeitsgebietes auf, im Raume Ostgrönland—Jan Mayen—Spitzbergen. Von dort nehmen die Niederschlagssummen gegen die norwegische Festlandsküste zu, wobei sie im Gebiet der Lofoten-Inseln ein Maximum erreichen. Ueberhaupt ist im eigentlichen Küstengebiet die Niederschlagsverteilung äußerst unregelmäßig und sehr stark von örtlich begrenzten orographischen Einflüssen bestimmt, die sich vor allen Dingen durch lokale Stauwirkungen äußern.

Immerhin scheint aber die starke Erhöhung der Niederschläge längs der norwegischen Küste nicht nur allein eine Stauwirkung am skandinavischen Hochgebirge zu sein. Dagegen sprechen die relativ geringen Niederschläge auf den Gebirgsstationen (vgl. Stugudalen und Björnfjell in der Tab. a. S. 38). — Vielmehr dürften hier die Einflüsse des Golfstromes und die seinem Lauf folgenden Südwestwinde mit ihrer hohen Temperatur und ihrem Feuchtigkeitsgehalt eine Rolle mitspielen.

Außerdem haben wir auch noch die Jahressummen kartiert, wie sie sich auf Grund der 3 verschiedenen Beobachtungsperioden ergeben. Die Karten der Perioden 1876/1925 und 1911/1928 zeigen in der Hauptsache gute Uebereinstimmung; an Einzelheiten sind zu erwähnen ein Rückgang der Niederschläge im Zeitraum 1911/28 im Küstenabschnitt nördlich der Lofoten und eine leichte Zunahme südlich dieser Inseln.

Eine recht erhebliche Abweichung tritt aber im Kartenbild des Zeitraumes 1922/28, indem Spitzbergen eine bemerkenswerte Zunahme, die norwegischen Küstenstationen aber eine nicht unbedeutende Abnahme der Niederschläge ausweisen, sodaß die Isohyeten nördlich vom Nordkap nunmehr sehr weit auseinander liegen; auf diesen weitgehenden Ausgleich wurde bereits auf S. 40 hingewiesen.

c) Der jährliche Gang der Niederschläge:

In unserem gesamten Arbeitsgebiet ist er ziemlich gleichmäßig ausgebildet, und die Maxima bzw. Minima zeigen nur unbedeutende Phasenverschiebungen von Ort zu Ort.

Die geringsten Niederschläge fallen durchweg im Frühjahr oder Frühsommer; Tromsö und Green Harbour zeigen ihr Niederschlagsminimum im Juni: Jan Mayen, Bären-Insel und Vardö verzeichnen im Mai die kleinsten Niederschlagsmengen, Bodö sogar schon im April. Die drei Inseln zeigen im Sommer keine wesentlichen Veränderungen bis auf eine leichte Zunahme, die sich im Herbst verstärkt, sodaß das Maximum in den September oder Oktober fällt (bei Green Harbour allerdings erst in den Dezember!). — Im Winter bleiben die Niederschläge unter Schwankungen noch relativ hoch und gehen erst vom Februar an wieder stärker zurück, um im Mai ihr Minimum zu erreichen.

Auch bei Vardö ist der sommerliche und herbstliche Anstieg der Niederschläge in der Hauptsache im September beendet, worauf er unter Schwankungen nur noch wenig ansteigt. Ein bestimmter Monat kann nicht dem Maximum zugerechnet werden; denn in der Periode 1876/1925 wird das Maximum erst im Februar erreicht, während für den Zeitraum 1911/1928 die Monate September, Oktober und Dezember einander ziemlich gleiche maximale Werte nennen. — Tromsö bringt sein Maximum ziemlich unvermittelt und plötzlich schon im September. Vom Oktober an werden die Niederschläge bereits geringer.

Während dieser Rückgang in der Periode 1911/1928 ziemlich gleichmäßig ist und nur im Januar eine kurze und wenig bedeutende Unterbrechung aufweist, findet sich bei Berücksichtigung der langen Reihe 1876/1925 im Januar-Februar ein sekundäres Maximum, an das sich dann erst im März ein scharfer Rückgang anschließt.

Bodö weist einen etwas anderen, nicht mehr einfachen Jahresgang auf, indem sich an das Hauptminimum im April erst noch im Juni und Juli ein sekundäres Maximum anschließt, dem

im August ein sekundäres Minimum folgt. Darauf bringt der September einen sehr scharfen Aufstieg, an den sich mit nur noch geringer weiterer Erhöhung das Maximum im Oktober anschließt. Danach fallen aber die Niederschläge schnell wieder unter kleinen Schwankungen ab. Sieht man von den genannten Einzelheiten ab, so können wir sagen: geringste Niederschläge im Frühjahr, höchste Niederschläge im Herbst und Frühwinter.

d) Die Zahl der Niederschlagstage.

Die Zahlen der Niederschlagstage in den einzelnen Monaten wurden den Angaben der Norwegischen Meteorologischen Jahrbücher entnommen und zwar für die Zeit 1911/1928, nur für die beiden Inseln Jan Mayen und Bären-Inseln für die entsprechenden, bekannten kürzeren Reihen. Gezählt wurden alle Tage, an denen überhaupt Niederschlag gefallen ist, also auch solche, an denen noch nicht 0,1 mm Niederschlag gemessen werden konnte.

Beobachtungsj.:	1911–28	1911–28	1923–28	1911–28	1922–28
	Gr.Hb.:	Tromsö:	Bären-I.:	Vardö:	JanMayen:
Januar:	15,1	14,4	19,7	17,8	25,0
Februar:	13,4	15,1	16,0	17,9	23,7
März:	14,7	14,7	19,8	17,8	20,7
April:	12,1	13,2	13,8	15,4	21,1
Mai	9,9	14,1	15,2	15,1	20,4
Juni:	8,6	12,9	11,8	13,7	**16,4**
Juli:	**7,9**	**12,3**	**10,3**	**13,3**	19,7
August:	8,9	13,0	11,7	15,7	**16,4**
September:	11,8	**19,2**	18,0	19,3	22,7
Oktober:	**16,2**	18,4	**21,0**	**20,1**	**25,6**
November:	13,8	14,7	18,8	17,7	23,3
Dezember:	15,4	13,1	20,5	19,7	26,4
Niederschlagstage im Jahr	147,8	165,2	195,7	203,4	262,9

Wie die Niederschlagsmengen, so nehmen auch die Niederschlagstage von Norden nach Süden zu, wenn man Jan Mayen zunächst unberücksichtigt läßt.

Tromsö scheint durch lokale Einflüsse eine etwas zu niedrige Anzahl von Regentagen auszuweisen, wie ein Vergleich mit anderen Stationen an der norwegischen Küste zeigt:

es haben Bodö = 172,3 Regentage im Jahr
Svolvaer = 203,7 „ „ „
Röst: = 209,0 „ „ „

Bodö als Küstenstation würde also etwa den Verhältnissen von Tromsö entsprechen; Svolvaer und Röst hingegen, beide auf den Lofoten ins Meer vorgeschoben, bringen mit einer um 35 bis 40 Tage erhöhten Zahl von Niederschlagstagen wieder deutlich den extrem maritimen Charakter zum Ausdruck.

Der Monat mit der geringsten Anzahl von Niederschlagstagen ist allenthalben der Juli; nur auf Jan Mayen halten sowohl der Juni als auch der August das Minimum.

Diese Feststellung ist insofern interessant, als wir sehen, daß das Minimum der Niederschlagssummen in unserem Arbeitsgebiet keineswegs mit dem Minimum der Niederschlagstage zusammenfällt. Die entsprechenden Maxima stimmen jedoch besser überein, da die meisten Niederschlagstage vorwiegend im Oktober, also in der Zeit der größten Niederschlagsmengen zu finden sind.

e) Die Regendichte:

Beobachtungsj.:	1911—28	1922—28	1923—28	1911—28	1911—28
	Gr.-Hb.:	JanMayen:	Bären-I.:	Vardö	Tromsö:
Januar:	2,4	1,7	2,1	3,3	6,3
Februar:	2,9	1,8	2,0	2,9	5,6
März:	2,1	1,7	1,8	2,7	4,9
April:	2,2	1,1	2,0	2,4	4,6
Mai:	1,4	0,6	1,0	2,2	3,7
Juni:	1,3	0,8	1,5	3,2	3,7
Juli:	2,1	1,3	1,7	2,9	4,4
August:	2,2	1,5	2,0	3,5	4,5
September:	2,3	2,1	2,1	3,4	6,9
Oktober:	1,8	1,6	2,2	3,3	7,1
November:	1,9	1,4	1,4	2,9	5,9
Dezember:	3,0	1,5	2,2	3,2	6,5
Jahr:	2,2	1,5	1,8	3,0	5,8

Ergänzend folgen noch die Jahresmittelwerte der Regendichte in:

Bodö = 5,2
Svolvaer = 7,4
Röst = 2,7

Aus dieser Uebersicht entnehmen wir, daß die Regendichte einmal von Norden nach Süden steigt, daß sie außerdem bei ausgesprochen maritim beeinflußten Inselstationen kleiner ist als bei Küstenstationen. Ein Beispiel hierfür ist der Januar 1925, der für die SW-Winde in diesem Gebiet einen Anteil von etwa 50% an allen Windbeobachtungen auswies, also sozusagen eine fortgesetzte Staulage ergab; in diesem Monat fielen in Svolvaer an 26 Tagen zusammen 299,4 mm, d. h. also 11,5 mm pro Regentag; dagegen hatte das von Stauwirkung freie Röst nur 111,4 mm an 28 Tagen; d. h. also nur 4,0 mm pro Regentag zu verzeichnen.

Sehr klar tritt bei Svolvaer der orographische Einfluß hervor; diese Station steht unter dem Einfluß der zwischen Lofoten und skandinavischem Gebirge stark zusammengepreßten Windbahn, wodurch zwar keine Erhöhung der Niederschlagstage, wohl aber der Niederschlagsmengen herbeigeführt wird.

Das Gegenstück hierzu ist das frei gelagerte Röst, das wegen seiner allseitigen Umschlossenheit vom Wasser zwar eine erhöhte Neigung zur Niederschlagsbildung — höchste Anzahl der Niederschlagstage! — aufweist, aber keine mengenmäßige Niederschlagsvermehrung.

f) Extreme Niederschlagsmengen.

a) Größte und kleinste Monatsmengen:

Beobachtungsj.:		1911–28		1922–28		1923–28		1911–28		1911–28	
		Gr.-Hb.:		JanMayen:		Bären-I.:		Vardö:		Tromsö:	
Januar:	max:	68	1926	87	1923	66	1928	141	1914	182	1911
	min:	16	1927	12	1926	8	1926	16	1919	22	1913
	Diff:	52		75		58		125		160	
Februar:	max:	99	1928	62	1923	66	1928	103	1919	131	1913
	min:	11	1919	9	1927	12	1924	13	1911	28	1915
	Diff:	88		53		54		90		103	
März:	max:	91	1923	77	1925	58	1928	101	1924	113	1920
	min:	3	1919	17	1927	15	1924	7	1911	15	1912
	Diff:	88		60		43		94		98	
April:	max:	85	1928	45	1924	77	1928	75	1911	98	1911
	min:	4	1917	12	1926	6	1926	6	1918	12	1922
	Diff:	81		33		71		69		86	
Mai:	max:	39	1928	17	1923	33	1925	84	1917	128	1915
	min:	2	1915	3	1926	5	1924	1	1920	11	1916
	Diff:	37		14		28		83		117	
Juni:	max:	25	1919	29	1925	31	1923	105	1926	121	1921
	min:	3	1926	2	1926	4	1925	14	1919	13	1916
	Diff:	22		27		27		91		108	
Juli:	max:	44	1915	42	1927	26	1928	99	1912	122	1928
	min:	0	1914	14	1924	7	1927	6	1918	8	1914
	Diff:	44		28		19		93		114	
August:	max:	49	1917	45	1924	39	1927	177	1919	193	1921
	min:	2	1925	9	1926	5	1925	18	1916	12	1925
	Diff:	47		36		34		159		181	
Septbr.:	max:	57	1922	88	1928	85	1924	147	1921	251	1916
	min:	4	1915	22	1927	15	1927	12	1911	60	1926
	Diff:	53		66		70		135		191	
Oktbr.:	max:	67	1915	62	1925	96	1927	165	1920	231	1911
	min:	4	1927	16	1923	10	1923	18	1912	52	1923
	Diff:	63		46		86		147		179	
Novbr.:	max:	75	1927	55	1922	50	1924	83	1924	213	1924
	min:	1	1923	8	1926	8	1925	12	1920	11	1911
	Diff:	74		47		42		75		202	
Dezbr.:	max:	132	1927	100	1928	95	1928	170	1916	157	1921
	min:	12	1925	11	1926	6	1925	14	1912	9	1919
	Diff:	120		89		89		156		148	
Jahr:	max:	519	1928	506	1928	504	1927	720	1925	1468	1921
	min:	204	1919	197	1926	268	1925	475	1927	736	1923
	Diff:	315		309		236		245		732	mm

Mit Ausnahme der Januar-, Februar-, September- und Oktoberwerte bei Tromsö und des September bei Jan Mayen besteht an allen Orten und in allen Monaten die Möglichkeit, daß die Niederschläge sehr gering — unter 20, vielfach sogar unter 10 mm — bleiben.

Die Monatshöchstmengen streifen auf Jan Mayen und der Bären-Insel gerade noch die 100-mm-Grenze und überschreiten sie in Green-Harbour gelegentlich im Winter. — In Vardö bleiben die untersuchten Monatsmaxima nur im April und Mai sowie im November noch unter der 100-mm-Schwelle; Tromsö hingegen überschritt — mit Ausnahme des April — schon in jedem Monat diesen Wert sehr erheblich, wobei der September bzw. Oktober mit 251 bzw. 231 mm die absoluten Höchstwerte verzeichnen.

b) höchste Tagesmengen:

Beobachtungsjahre:	1911–28	1922–28	1911–28
	Gr.-Hb.:	JanMayen	Vardö:
Januar:	17,0	15,4	50,0
Februar:	39,6	32,0	25,0
März:	15,8	35,0	25,0
April:	28,0	11,5	20,0
Mai:	10,5	5,8	36,2
Juni:	9,5	7,6	27,0
Juli:	20,0	12,9	33,0
August:	22,0	15,5	28,0
September:	22,4	13,3	27,0
Oktober:	15,0	16,5	33,0
November:	32,0	11,5	20,0
Dezember:	34,0	38,2	24,3
absolut:	39,6	38,2	50,0

Besonders Green Harbour und Jan Mayen lassen einen Jahresgang deutlich erkennen — bei Vardö tritt er nicht so sehr hervor —, und zwar in der Art, daß die größten Tageshöchstmengen in die Wintermonate fallen, die kleinsten dagegen in das Sommerhalbjahr.

g) Gewittertage.

Beobachtungsj.:	1911–28	1922–28	1923–28	1911–28	1911–28
	Gr.-Hb.:	JanMayen	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö:
Januar:	0	0	0	0	0
Februar:	0	0	0	0	0
März:	0	0	0	0	0
April:	0	0	0	0	0
Mai:	0	0	0	0	0
Juni:	0	0	0	0	0
Juli:	0	0	0	0,2	0,6
August:	0,1	0	0,1	0,4	0,1
September:	0	0	0	0	0
Oktober	0	0	0	0	0
November:	0	0	0	0	0
Dezember:	0	0	0	0	0,1
Jahr:	0,1	0,0	0,1	0,6	0,8

Wie es bei der nördlichen Lage des Arbeitsgebietes kaum anders zu erwarten ist, tritt die Zahl der Gewittertage praktisch überhaupt kaum in Erscheinung. — Soweit Gewitter auftreten, sind sie auf die Sommermonate beschränkt.

Nebeltage:

Beobachtungsj:	1911–28	1922–28	1923–28	1911–28	1911–28
	Gr.-Hb.:	JanMayen:	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö
Januar:	0,2	1,9	**1,7**	**0**	**0**
Februar:	0,6	2,9	2,7	**0**	0,1
März:	0,5	3,3	3,0	**0**	0,1
April:	0,3	5,2	6,7	0,3	0,1
Mai:	0,5	3,4	5,9	0,7	0,1
Juni:	2,4	5,6	9,7	3,1	0,1
Juli:	**3,4**	**13,0**	**19,2**	**5,7**	**0,4**
August:	2,4	9,7	16,9	4,2	0,3
September:	0,9	6,7	12,9	0,9	0,4
Oktober:	0,9	3,0	4,0	0,1	0,2
November:	**0,1**	1,9	4,2	0,2	0,1
Dezember:	0,2	**1,6**	**1,7**	0,1	0,2
Jahr:	12,5	58,1	88,2	15,4	1,8

Zum Vergleich sei noch ergänzt, daß Röst im Jahresmittel 9,2 Nebeltage verzeichnet, Svolvaer nur 3,5 und Bodö sogar nur 2,6 Tage mit Nebel.

Bei der Station Bodö ist außerdem zu vermerken, daß bis zum Jahre 1919 einschließlich überhaupt nicht ein einziger Nebeltag vermerkt wurde, daß erst ab 1920 solche notiert wurden.

So auffällig das ist, so scheint diese merkwürdige Caesur doch einer reellen Grundlage nicht zu entbehren; denn wir finden sie auch bei Svolvaer in gewissen Grenzen wieder, indem dort bis 1919 einschließlich ein Jahresmittel von nur 2,3 Nebeltagen errechnet wurde, das sich für den Abschnitt 1920/28 dann aber auf 4,8 Tage erhöht.

Bei Röst macht sich dieser Unterschied dagegen nur sehr wenig bemerkbar: bis 1919 beläuft sich das Jahresmittel auf 8,7 Nebeltage, ab 1920 auf 9,4.

Immerhin sollte auf diese eigenartige, bei Bodö wohl am stärksten hervortretende Erscheinung einmal hingewiesen sein, schon deshalb, weil diese Caesur zeitlich ziemlich genau mit der Caesur zusammenfällt, die sich im Klima- und Wetterverlauf von Green Harbour so deutlich bemerkbar macht.

In der Hauptsache ist die atlantische Küste Norwegens relativ arm an Nebeltagen; östlich vom Nordkap nimmt deren Zahl etwas zu. Auch Green Harbour meldet eine nicht sehr erhebliche Anzahl von Nebeltagen.

Das Maximum in der räumlichen Verteilung der Nebel weisen Jan Mayen und die Bären-Insel aus. Es decken sich also höchste Jahresmittel der Bewölkung und größte Nebelhäufigkeit; beide Orte liegen in Kampf- und Uebergangsgebieten vom Bereich des warmen Golfstromes in den Bereich der kalten Polarwasser. — Die jahreszeitliche Verteilung der Nebeltage entspricht durchaus dem Jahresgang der Bewölkungsstärke: Maximum im Sommer und Minimum im Winter. Ein Zusammenhang mit der Höhe der Niederschläge ist dagegen nicht vorhanden.

Da wir bei den Stationen der norwegischen Golfstromküste eine Erhöhung der Nebeltage nach 1920 beobachten konnten, wird man sich fragen müssen, wieweit das von Bedeutung sein kann für die relativ sehr große Nebelhäufigkeit der beiden mittleren Inseln, weil deren Beobachtungsreihen ja doch erst einige Jahre nach 1920 beginnen.

Ein Vergleich nach der anderen Seite hin, also gegen Green Harbour, führt da zu keinem Ergebnis. Denn so sehr sich bei

Green Harbour die schon mehrfach erwähnte Caesur in den verschiedensten Wetterelementen auswirkt, so wenig ist sie in der Zahl der Nebeltage vorhanden. — Denn bis einschließlich 1919 beträgt das Jahresmittel 13,5 Nebeltage, ab 1920 aber nur 11,6! — Anstelle der eigentlich erwarteten Zunahme der Nebelhäufigkeit tritt also sogar eine geringe Abnahme ein.

Deshalb kann man die Frage, wieweit die große Nebelhäufigkeit der beiden mittleren Inseln Jan Mayen und Bären-Insel vielleicht in der nur kurzen Beobachtungsperiode begründet sein könnte, noch nicht entscheiden; diese Frage muß noch vollkommen offen bleiben.

h) Die Hagel- (und Graupel-)Tage:

Eine Unterscheidung zwischen den beiden Erscheinungsformen Hagel und Graupel wird in unserem Arbeitsgebiet kaum gemacht; die Jahrbücher des Norwegischen Meteorologischen Institutes geben in ihren Uebersichten auch nur die Zahl der Hageltage an. — Entsprechend der nördlichen Lage unseres Arbeitsgebietes ist deren Zahl durchweg eine sehr geringe; zumeist spielt sie eine praktisch beachtenswerte Rolle überhaupt nicht mehr.

Beobachtungsj.:	1911–28	1922–28	1923–28	1911–28	1911–28
	Gr.-Hb.:	JanMayen	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö:
Januar:	0,1	0,1	0,2	0,2	0
Februar:	0	1,1	0,7	0,1	0,1
März:	0	0	0,8	0,1	0,3
April:	0	0,4	0,2	0	0,1
Mai:	0	0,3	0,2	0,2	0
Juni:	0,1	0,4	0	0,1	0,1
Juli:	0	0	0	0	0
August:	0	0,1	0,2	0	0
September:	0,1	0,7	0,3	0,1	0
Oktober:	0,1	0,7	0,3	0,2	0,3
November:	0,2	1,0	0,8	0,2	0,1
Dezember:	0,1	1,0	0,5	0,1	0
Jahr:	0,6	6,0	4,2	1,2	0,9

Vergleichen wir diese Uebersicht mit derjenigen der Gewittertage, so stellen wir fest, daß das Maximum der Gewittertage in die Monate Juli und August fiel, während diese Monate so gut wie ganz hagelfrei verlaufen.

Da aber Hagel ein typischer Begleiter von Gewittern ist, so liegt der Schluß nahe, daß die als „Hagel" bezeichneten Erscheinungsformen des Niederschlages in der Regel wohl tatsächlich Graupelfälle sein werden.

i) Die Tage mit Schneefall:

Auch hier macht sich naturgemäß die nördliche Lage des Arbeitsraumes geltend, indem die Zahl der Tage mit Schneefall allgemein eine recht hohe ist; sie nimmt selbstverständlich von Norden nach Süden hin ab. — Ueber die Zahl der Tage mit vorhandener Schneedecke finden sich in den benutzten Jahrbüchern keine Angaben, ebensowenig über die Höhe der Schneedecke, über deren Wasserwert usw.

Beobachtungsjahre:	1911–28	1922–28	1923–28	1911–28	1911–28
	Gr.Hb.:	JanMayen:	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö:
Januar:	12,1	16,1	12,2	14,4	11,9
Februar:	11,8	16,7	11,7	15,3	12,9
März:	13,2	15,6	14,8	14,1	12,7
April:	9,6	10,9	9,5	10,9	9,7
Mai:	6,7	11,4	9,3	7,1	6,3
Juni:	3,6	4,1	3,0	1,8	1,1
Juli:	0,8	0,7	0,2	0	0
August:	0,8	0,4	0,3	0,2	0
September:	5,3	6,0	3,7	1,9	1,5
Oktober:	9,8	10,1	9,0	10,0	9,4
November:	10,5	14,0	11,8	13,1	10,2
Dezember:	12,2	15,4	12,3	16,5	10,5
Jahr:	96,3	121,6	97,8	105,3	86,1

Svolvaer gleicht sich mit durchschnittlich 82,8 Schneetagen im Jahre etwa dem für Tromsö gefundenen Wert an.

Röst zeigt wieder seine milde Lage im Winter, indem es nur 63,1 Tage mit Schneefall aufweist, also nur wenig mehr als das südlicher gelegene Bodö mit 60,5 Schneetagen. Relativ klein erscheint auch die Zahl der Schneetage auf der Bären-Insel und auf Green-Harbour, besonders beim Vergleich mit Jan Mayen und Vardö. — Im Jahresgang gleichen sich diese 4 Stationen im allgemeinen gut aus; nur in den eigentlichen Wintermonaten Dezember, Januar und Februar ergeben sich größere Differenzen, und zwar zugunsten der Bären-Insel und Spitzbergens, woraus also gefolgert werden kann, daß dort auch im Mittwinter ein Teil der Niederschläge auch als Regen nieder-

geht. — Diese Annahme bestätigt sich besonders bei einem Vergleich der Bären-Insel mit Vardö:

In den 3 Wintermonaten Dezember, Januar und Februar hat

Vardö:	19,7+17,8+17,9	= 55,4	Tage mit Niederschlag, davon
	16,5+14,4+15,3	= 46,2	Tage mit Schneefall, d. h. also
		= 9,2	Tage mit Regen oder 3,1 pro Monat.
Bären-Ins.:	20,5+19,7+16,0	= 56,3	Tage mit Niederschlag, davon
	12,3+12,2+11,7	= 36,2	Tage mit Schneefall, d. h. also
		= 20,1	Tage mit Regen oder 6,7 pro Monat.

Aus der Tatsache, daß die Bären-Insel im Mittel der 3 Wintermonate etwa 6,7 Regentage gegen nur 3,1 in Vardö hat, läßt sich deutlich die relative Milde der Insel erkennen.

(Zum Vergleich noch Green Harbour:
43,9 Tage mit Niederschlag, davon
36,1 Tage mit Schneefall, d. h. also
7,8 Tage mit Regen oder 2,6 pro Monat.)

Aus der letzten Tabelle ergibt sich weiter, daß auf den 3 Inseln in jedem Monat Schneefall möglich ist, daß in Vardö nur der Juli und in Tromsö außerdem der August absolut schneefrei sind.

k) Erste und letzte Schneefälle.

		Gr.Hb.:	JanMayen:	Vardö:	Bodö
Erster Schneefall:	frühest:	2. VII	2. VII	9. IX	26. IX
	Mittel:	25. VIII	28. VIII	3. X	10. X
Letzter Schneefall:	spätest:	30. VI	30. VI	28. VI	8. VI
	Mittel:	12. VI	18. VI	10. VI	11. V
Schneefreie Zeit:	mindest:	1	1	73	110 Ta.
	Mittel:	73	70	115	173 „

V. Die Luftdruckverhältnisse.

Da der Luftdruck auch auf weite Entfernungen hin gleiche Veränderungen aufweist, kann dieses Witterungselement für alle

Stationen unseres Arbeitsgebietes auf eine lange Normalperiode reduziert werden. Wir können daher die bei Birkeland und Föyn niedergelegten Werte der Periode 1874/1913 übernehmen.

	Gr-Hb.:	JanMayen:	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö:	Skomvaer:
	700 +					
I:	**54,2**	**50,9**	**53,4**	**52,7**	**52,6**	**52,8**
II:	55,0	52,8	54,5	53,8	53,7	53,9
III.	57,2	57,9	55,8	55,0	54,8	54,5
IV:	59,7	60,1	57,4	59,4	59,2	58,8
V:	**62,9**	**62,4**	**60,8**	**61,1**	**61,2**	**60,7**
VI:	59,8	60,6	58,9	60,2	60,6	60,5
VII:	59,6	56,8	59,8	59,0	58,8	58,6
VIII:	59,4	59,4	59,5	58,6	57,9	57,3
IX:	56,3	55,2	55,4	57,3	57,4	57,6
X:	56,7	56,2	55,3	55,9	56,2	55,9
XI:	55,5	55,2	55,3	54,1	54,0	53,8
XII:	55,4	52,0	54,0	54,3	53,8	52,8
Jahr:	57,6	56,6	56,6	56,8	56,7	56,4

Die Werte sind reduziert auf 45° n. Br. und auf Meereshöhe bei 0° Celsius.

Das Maximum des Luftdrucks wird an allen Stationen im Mai, das Minimum im Januar erreicht. Ueber die Luftdruckverteilung in den einzelnen Jahreszeiten finden wir Aufschluß in den

Isobaren-Karten:

Januar: Der tiefste Luftdruck dürfte etwas östlich von Jan Mayen liegen; dem Laufe des warmen Golfstromes folgend entwickelt sich ein Ausläufer tiefen Druckes noch über das Nordkap hinaus in die südliche Barentssee. Gegen Spitzbergen hin nimmt der Luftdruck zu.

April: Alle Stationen zeigen ein Steigen des Luftdruckes; am stärksten ist das bei Jan Mayen der Fall, wo der Anstieg gegen den Januar fast 10 mm beträgt. Es handelt sich hierbei offensichtlich um ein Erstarken des Grönlandhochs, unter dessen Einwirkung der im Januar bei Jan Mayen liegende Tiefdruck ostnordostwärts in Richtung auf die Bären-Insel abgedrängt wird. Während im Januar der Anschluß des Jan Mayen-Tiefs an die große Islandzyklone gesichert erscheint, ist das im April

nicht mehr der Fall. (Vgl. den entsprechenden Windsprung bei Jan Mayen!)

Juli: Im Raume von Jan Mayen hat bereits bemerkenswerter Druckfall eingesetzt, wobei es sich wahrscheinlich um einen von Island ausgehenden Einfluß handeln dürfte. — Im übrigen sind die Luftdruckgegensätze aber sehr weit ausgeglichen; der höchste Druck liegt nahe bei der Bären-Insel. Wir erinnern uns, wie kühl die Bären-Insel im Hochsommer ist, sodaß wir vielleicht annehmen dürfen, daß der hohe Luftdruck z. T. auch thermisch bedingt sein könnte.

Oktober: Ganz allgemein hat der Luftdruck erheblich abgenommen, und zwar am stärksten auf der Bären-Insel; südlich davon hat sich anscheinend wohl ein kleines, in sich geschlossenes Tief ausgebildet, das aber nach SW Anschluß an die Islandzyklone findet.

Jahreskarte: Die Luftdruckgegensätze sind an und für sich nur gering; Spitzbergen hat den höchsten Barometerstand, während der tiefste von SW her in der Mitte zwischen der norwegischen Küste und der Linie Jan Mayen—Bären-Insel vorstößt. Es bildet sich damit eine ziemlich deutliche Trennungslinie in Form einer Konvergenz heraus. Rechts, also östlich von ihr herrscht der Golfstrom, links der Ostgrönlandstrom.

Meeresströmungen und die aus der Luftdruckverteilung bedingten Luftströmungen decken sich also.

VI. Die Windverhältnisse.

Die Lage unserer Stationen verleiht durch deren orographische Eigenheiten den Windbeobachtungen von vornherein eine gewisse Unsicherheit, sodaß den nachstehend mitgeteilten Ergebnissen in der Mehrzahl nur eine mehr oder weniger stark betonte lokale Bedeutung zukommt.

Bei Green Harbour auf Spitzbergen zeigen die Windnotierungen am auffälligsten den Einfluß der Oberflächenform, und zwar den des tief eingesenkten Green-Harbour-Fjordes, der in SSE—NNW-Richtung verläuft. Auch die Windbeobachtungen an der norwegischen Golfstromküste erfahren durch die zahllosen Buchten und Vorsprünge der Fjordküste, z. T. auch durch vorgelagerte Inseln zwar nur örtlich begrenzte, oft doch aber erhebliche Störungen.

Am eindeutigsten mögen die wahren Windverhältnisse wohl noch auf den beiden Inseln Jan Mayen und Bären-Insel wiedergegeben werden. Doch sind auch diese Beobachtungsreihen nicht frei von Unsicherheitsfaktoren, insonderheit durch die bekannte Kürze. Es wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, daß die Station Green Harbour um 1918/1919 eine erhebliche Caesur im Gang der wesentlichsten Wetterelemente aufzuweisen hat. Wir wissen aber nicht, ob und in welchem Ausmaß sich diese Erscheinung auch auf diese beiden Inseln ausgedehnt hat. Wenn das aber der Fall ist, dann muß sich das auch auf die Wind- und Strömungsverhältnisse ausgewirkt haben.

Wir lassen nun für die einzelnen Stationen zunächst die tabellenmäßigen Uebersichten folgen:

a) Green Harbour (1911—28):

in %	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Januar:	7,2	7,4	6,7	**19,8**	**17,2**	2,6	2,6	6,4	30,0
Februar:	7,8	7,0	7,4	**20,6**	**16,2**	2,8	3,7	4,4	30,0
März:	8,4	5,7	7,6	**24,5**	**17,1**	1,6	1,7	5,6	27,8
April:	9,9	10,1	7,6	**20,3**	**15,5**	1,9	2,1	6,8	26,0
Mai:	9,6	9,4	6,3	**17,5**	**13,6**	1,2	2,6	9,4	30,2
Juni:	**13,1**	5,4	3,3	**13,9**	12,8	3,6	4,4	12,6	30,9
Juli:	**20,1**	4,2	2,5	10,4	15,8	5,3	7,2	**20,3**	14,1
August:	**20,6**	6,1	2,4	10,2	13,8	6,9	6,1	**17,3**	16,5
September:	**15,4**	8,8	5,5	13,2	**19,0**	3,3	4,1	11,4	19,4
Oktober:	11,3	10,6	8,9	**21,6**	**14,4**	2,6	3,2	8,9	18,4
November:	7,7	12,6	9,0	**23,8**	**14,0**	2,4	1,8	4,9	23,8
Dezember:	6,8	7,4	9,8	**21,5**	16,5	1,9	2,8	4,5	29,0
Jahr:	11,5	7,9	6,4	**18,1**	**15,5**	3,0	3,5	9,4	24,7

Die mit der Fjordrichtung zusammenfallenden Windrichtungen SE + S bzw. NW + N vereinigen 33,6% bzw. 20,9% aller Windrichtungen auf sich, d. h. insgesamt 54,5%. — Da außerdem noch 24,7% Calmen beobachtet wurden, verbleiben für die auf der Fjordrichtung senkrechten Windrichtungen NE + E und SW + W nur noch 20,8 %. — Damit zeigt sich eindeutig, daß die Verteilung der Windrichtungen von der Stationslage im Green-Harbour-Fjord und von dessen Längserstreckung abhängig ist.

b) Jan Mayen (1922—28):

in %	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Januar:	12,9	**15,5**	**23,7**	5,7	5,4	6,3	9,2	15,5	5,8
Februar:	13,0	**18,2**	**26,8**	6,3	3,3	6,0	7,1	13,7	6,0
März:	**17,2**	12,3	17,1	6,7	4,0	6,1	12,4	**19,5**	5,0
April:	15,8	9,3	**23,7**	6,8	4,7	6,8	8,7	**18,8**	5,4
Mai:	16,2	9,0	**18,2**	10,4	7,4	6,4	6,0	**19,7**	6,8
Juni:	8,2	6,6	**27,2**	10,1	**12,5**	10,4	7,5	12,2	5,3
Juli:	4,2	5,8	**36,3**	**12,6**	11,5	7,5	7,8	10,6	3,7
August:	6,0	8,6	**29,7**	9,3	11,7	8,2	9,4	**12,5**	4,6
Septbr.:	15,9	8,9	**21,2**	5,4	5,1	6,3	9,7	**24,4**	2,9
Oktober:	**23,7**	8,9	19,8	5,2	2,8	3,9	9,6	**23,2**	2,9
Novbr.:	**22,0**	**22,1**	17,3	5,2	7,0	5,6	9,4	16,8	4,6
Dezbr.:	**19,2**	12,1	**20,3**	4,6	5,8	4,7	10,7	17,3	5,4
Jahr:	14,5	11,5	**23,4**	7,4	6,8	6,5	9,0	**16,0**	4,9

Im Jahresdurchschnitt vereinigt die Ostrichtung die größten Anteile auf sich, und zwar sind es besonders der Sommer und der Winter, in denen sie ganz eindeutig vorherrscht, während sie in den Uebergangsjahreszeiten Frühjahr und Herbst mehr in den Hintergrund tritt durch ein stärkeres Hervortreten der N- und NW-Winde.

Hinzuweisen wäre vielleicht auch noch darauf, daß im Sommer der SE-Wind, im Winter dagegen der NE-Wind eine gewisse Rolle als Zusatzkomponente spielt.

c) Bären-Insel (1923—28):

in %	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Januar:	9,0	13,7	**14,8**	10,5	**14,0**	12,8	13,0	8,1	3,1
Februar:	12,0	**16,0**	12,1	9,1	11,4	13,0	**15,4**	8,0	3,2
März:	11,8	**19,9**	**15,9**	14,7	5,6	11,1	10,8	7,2	3,0
April:	9,6	**33,5**	**17,1**	10,2	7,0	6,6	7,5	7,2	1,3
Mai:	12,4	**24,6**	**20,1**	12,7	4,5	7,2	6,2	10,3	2,0
Juni:	10,8	**18,2**	**17,6**	15,8	5,5	10,2	10,7	9,2	1,9
Juli:	6,4	**16,0**	14,2	15,8	7,3	13,0	**16,6**	9,8	0,9
August:	**16,0**	**23,0**	10,3	6,9	5,0	9,0	14,6	14,3	0,9
Septbr.:	9,4	11,6	**18,6**	11,3	10,1	**17,2**	12,0	9,0	0,8
Oktober:	10,2	**21,3**	**18,6**	8,3	9,7	14,8	8,4	8,0	0,6
Novbr.:	10,8	**25,6**	**14,5**	9,4	7,2	12,2	10,2	8,6	1,5
Dezbr.:	**13,1**	25,3	11,1	11,6	13,6	9,5	9,0	6,6	0,2
Jahr:	**11,0**	**20,7**	15,3	11,3	8,4	11,4	11,2	9,0	**1,7**

Fast während des ganzen Jahres herrscht die NE-Richtung auf der Bären-Insel vor; daraus ist zu ersehen, daß sie sich bereits in der Rückseitenströmung des nordatlantischen Zyklonensystems befindet. Lediglich im Januar und Juli sind die Anteile der Windrichtungen nicht so scharf ausgeprägt und eher etwas verwischt, sodaß mit häufig wechselnden Windrichtungen in diesen beiden Monaten zu rechnen ist.

Erwähnenswert ist auch die auf ein Minimum gesunkene Zahl der Windstillen, worin wir wenigstens z. T. wohl eine Auswirkung der freien, von allen Seiten zugänglichen Lage der Bären-Insel erblicken dürfen.

d) Vardö (1911—28):

in %	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Januar:	8,6	5,8	3,2	4,0	**16,2**	**29,0**	15,0	9,0	9,2
Februar:	8,0	6,5	3,2	3,9	**17,1**	**29,8**	16,8	10,4	4,3
März:	12,0	7,5	4,8	6,9	**17,0**	**22,0**	12,2	9,6	8,0
April:	12,9	9,4	7,5	10,0	**14,5**	**15,2**	11,2	11,6	8,7
Mai:	**18,3**	8,8	6,2	**15,2**	**15,2**	8,3	6,6	14,6	6,8
Juni:	**24,6**	14,8	12,8	**16,0**	**10,0**	2,9	3,5	9,9	5,5
Juli:	**27,1**	11,7	10,4	**17,3**	10,9	2,9	2,2	12,3	5,2
August:	**23,3**	12,6	10,0	**13,8**	**13,8**	3,4	2,6	12,4	8,1
Septbr.:	**14,3**	8,1	5,7	10,5	**20,0**	11,3	9,7	12,7	7,9
Oktober:	13,3	5,9	3,5	6,3	**16,6**	**17,7**	16,0	14,0	6,6
Novbr.:	11,2	8,0	4,8	7,5	**15,8**	**20,5**	15,4	11,0	5,9
Dezbr.:	7,8	9,0	5,7	4,4	**19,6**	**25,2**	12,8	7,6	7,7
Jahr:	15,1	9,0	6,4	9,7	**15,6**	**15,7**	10,4	11,3	7,0

SW und S sind im Jahresdurchschnitt die häufigsten Windrichtungen; der N folgt in geringem Abstand. Jahreszeitlich lassen sich deutlich zwei große Abschnitte unterscheiden: eindeutig vorherrschender SSW vom Oktober bis in den April und nach April bis zum August dann überwiegende Nordströmung mit zeitweiliger Unterbrechung durch SE-Winde. — Der Uebergang vom Sommer zum Winter hebt sich besonders schön im September heraus, wo die größten Anteile auf die Nord- und Südwinde, also auf genau entgegengerichtete Windrichtungen fallen. — Daß es sich hierbei nicht um orographisch bedingte Windverhältnisse handeln kann — etwa wie bei Green Harbour —, geht daraus hervor, daß in einzelnen Monaten auch alle anderen Windrichtungen mit Anteilen von 10% und mehr vertreten sind.

e) Tromsö (1911—28).

in %	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	C
Januar:	4,6	2,6	**15,4**	4,1	5,9	**18,9**	10,6	4,8	33,1
Februar:	7,2	1,5	**15,0**	5,1	5,5	**17,7**	11,3	5,7	31,1
März:	6,7	3,8	**15,9**	4,9	4,5	**17,1**	11,4	7,6	28,1
April:	9,8	6,9	8,9	4,0	7,9	**15,3**	**10,9**	4,4	31,9
Mai:	**15,9**	7,8	5,8	2,2	10,1	**18,4**	12,8	3,7	23,3
Juni:	**24,2**	8,7	4,4	2,4	12,0	**17,3**	11,0	2,5	17,5
Juli:	16,3	7,2	2,7	1,6	**22,3**	**17,4**	10,3	2,0	20,2
August	**17,5**	6,7	3,4	1,8	14,2	**18,6**	8,1	2,4	27,3
September:	8,4	2,7	2,1	2,5	7,3	**27,0**	**17,0**	3,0	30,0
Oktober:	6,7	2,5	5,7	4,1	6,5	**22,9**	**12,0**	4,7	34,9
November:	4,7	3,2	8,4	4,7	6,1	**23,0**	**11,3**	3,2	35,4
Dezember:	3,4	2,6	**15,3**	4,9	6,3	**16,0**	9,2	5,6	36,7
Jahr:	10,5	4,8	8,6	3,5	9,2	**18,4**	**11,3**	4,1	29,6

Die am häufigsten vertretene Windrichtung ist der SW, und zwar mit einer nur wenig schwankenden Beharrlichkeit während des ganzen Jahres; nur im Juni erlangt der Nordwind das Uebergewicht.

Sehr hoch ist in Tromsö wieder der Anteil der Windstillen, was sicher als eine Auswirkung der vorgelagerten Inseln angesehen werden darf, sodaß auch hier — und zwar anscheinend stärker noch als auf Spitzbergen — die Orographie auf die Windverhältnisse maßgeblichen Einfluß erlangt.

Windgeschwindigkeiten:

Beobachtungsj.:	1911–28	1922–28	1923–28	1911–28	1911–28
	Gr.-Hb.:	JanMayen:	Bären-I:	Vardö	Tromsö:
Januar:	2,3	4,5	**4,8**	4,4	**2,0**
Februar:	2,1	4,4	4,3	**4,6**	**2,0**
März:	2,0	4,1	4,5	4,3	1,8
April:	2,1	3,8	4,4	3,5	1,6
Mai:	2,0	3,5	3,9	3,5	1,5
Juni:	**1,9**	3,2	3,6	3,2	1,8
Juli:	2,7	3,2	**3,5**	3,1	1,5
August:	2,5	**3,0**	3,6	**2,9**	**1,3**
September:	2,6	3,9	4,3	3,6	1,5
Oktober:	**2,8**	4,4	4,6	4,1	1,5
November:	2,3	**4,6**	4,7	4,2	1,7
Dezember:	2,2	**4,6**	4,7	4,2	1,7
Jahr:	2,3	3,9	4,2	3,8	1,7

Die Zahlenwerte beziehen sich auf die Grade der Beaufort-Skala.

Auffallend niedrig sind die durchschnittlichen Windstärken in Tromsö und in Green Harbour, jenen Stationen, die durch die Oberflächengestaltung ihrer Umgebung ganz offensichtlichen Windschutz genießen.

Die ruhigste Jahreszeit ist überall das Frühjahr und besonders der Sommer, also die Zeit, die auf den Isobarenkarten auch die größte Ausgeglichenheit der Luftdruckgegensätze erkennen läßt.

Die größten Windstärken finden wir allgemein im Spätherbst und Winter, zur Zeit der stärksten Zyklonentätigkeit über dem Nordatlantik.

Im übrigen gleichen sich die berechneten Jahresmittel der Windstärke recht gut an die Zahl der beobachteten Calmen an:

Green Harbour	=	Stärke	2,3	= 24,7%	Calmen
Jan Mayen	=	„	3,9	= 4,9%	„
Bären-Inseln	=	„	4,2	= 1,7%	„
Vardö:	=	„	3,8	= 7,0%	„
Tromsö	=	„	1,7	= 29,6%	„

Sturmtage:

Die Zahl derjenigen Tage, an denen Sturm aufgetreten ist, wurde ebenfalls nach den Angaben in den Uebersichten der norwegischen Jahrbücher berechnet.

Wie uns die nachstehende Tabelle zeigt, entspricht der jahreszeitliche Gang in der Zahl der Sturmtage durchaus dem der Windstärken bzw. er verhält sich umgekehrt wie die Zahl der Windstillen.

Das gleiche ist auch hinsichtlich der räumlichen Verteilung der Sturmtage in unserem Arbeitsgebiet festzustellen, indem Green Harbour und vor allen Dingen Tromsö nur sehr wenige Sturmtage aufweisen können:

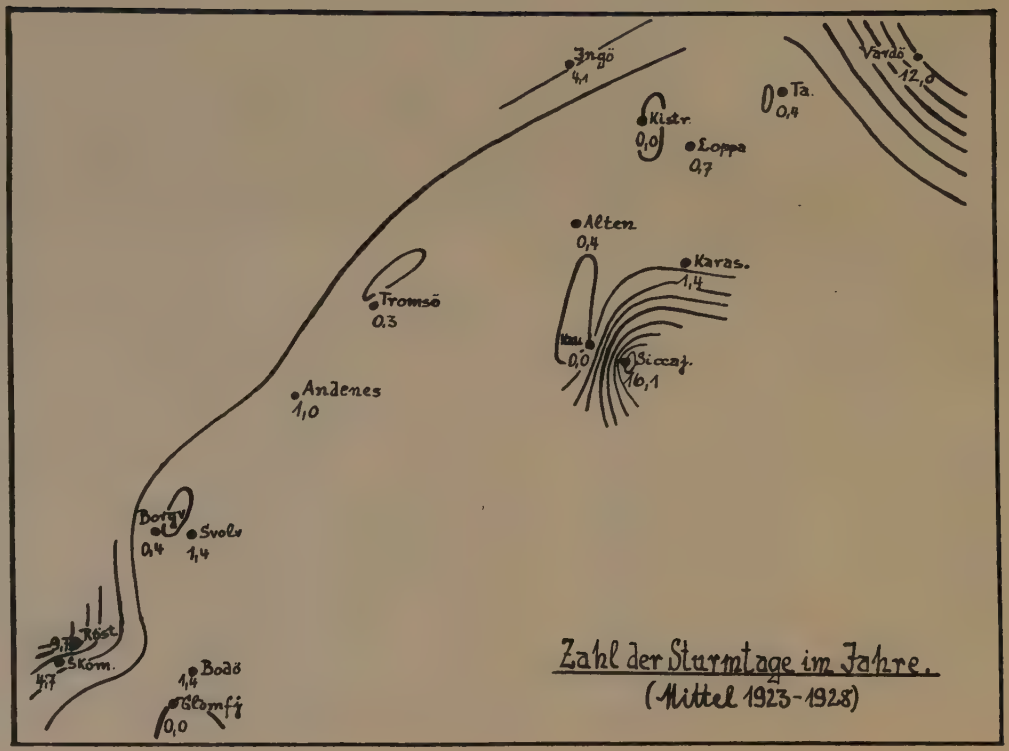
Beobachtungsj.:	1911—28	1922—28	1923—28	1911—28	1911—28
	Gr.-Hb:	JanMayen:	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö
Januar:	1,0	5,3	3,0	2,6	0,1
Februar:	0,5	3,9	2,0	2,5	0,3
März:	0,7	3,7	2,8	2,0	0,1
April:	0,2	3,4	0,8	0,3	0,1
Mai:	0,3	2,1	0	0,5	0,1
Juni:	0,2	0,7	0,2	0,4	0
Juli:	0,1	0,4	0	0,3	0
August:	0,4	0,1	0	0,1	0
September:	0,4	1,9	0,8	0,9	0
Oktober:	1,1	3,1	0,8	1,8	0,1
November:	0,8	4,6	2,0	1,3	0,1
Dezember:	0,5	4,0	3,3	1,2	0,1
Jahr:	6,1	33,0	15,8	13,9	0,9

Besonders große Unterschiede in der Zahl der Sturmtage von Ort zu Ort finden wir an der norwegischen Küste und in ihrem Hinterlande als Folge der außerordentlich starken Oberflächengliederung.

Für den Zeitraum 1923—1929 wurden für die nordnorwegischen Stationen die Jahresmittel der Sturmtage berechnet und das Ergebnis in einer besonderen Karte niedergelegt.

Diese Karte läßt erkennen, daß vor allem einige weit ins Meer vorgeschobene und besonders nach SW hin offene Stationen hohe Anzahlen von Sturmtagen haben, während andererseits ausgesprochene Fjordstationen wie z. B. Kistrand, Loppa usw. fast völlig frei von Stürmen bleiben. — Auffällig ist immerhin die hohe Zahl von Sturmtage bei Vardö, die der auf der Bären-Insel recht nahe kommt.

Die Zahl der Sturmtage ist nicht nach laufenden, sondern nach Terminbeobachtungen ausgezählt; alle Tage mit einer Terminbeobachtung von Windstärke 8 oder darüber sind als Sturmtage bewertet. — Da des öfteren auch zwischen den Terminen Windstärke 8 erreicht worden sein wird, so sind unsere Zahlen etwa als untere Grenze aufzufassen.


Ingö
4,1
Ta.
0,4
Vardö
12,0
Kistr.
0,0
Loppa
0,7
Alten
0,4
Karas.
1,4
Tromsö
0,3
Kautok.
0,0
Siccaj.
16,1
Andenes
1,0
Borgy
0,4
Svolv
1,4
Röst
Skörn.
4,7
Bodö
1,4
Glomfj
0,0
Zahl der Sturmtage im Jahre.
(Mittel 1923-1928)

D) Der Verlauf der Jahreszeiten.

Zu Jahresbeginn finden wir in unserem Arbeitsgebiet überall etwa den niedrigsten Luftdruck; die nordatlantische Zyklonentätigkeit, deren Aktionszentrum in der großen Island-Zyklone liegt, erreicht ihren Höhepunkt. Von Island her erstreckt sich der tiefste Luftdruck von SW her nach Jan Mayen in unser Arbeitsgebiet und weiter über das Nordkap zur südlichen Barentssee, während nach Spitzbergen von NE her aus dem Polargebiet hoher Luftdruck heranreicht.

Diese Luftdruckverteilung bedingt für die ganze norwegische Küste lebhafte südwestliche Winde, die bei ihrem weiten Weg über das offene Meer stark mit Feuchtigkeit angereichert sind und diese beim Auftreffen auf die skandinavischen Küstengebirge als Niederschläge abgeben. Der norwegische Küstenstreifen hat also einen milden, windigen und an Niederschlägen und Bewölkung reichen Winter; dieser Charakter entspricht durchaus der „milden Vorderseite" des großen nordatlantischen Zyklonensystems.

Den Gegensatz der „kalten Rückseite" finden wir am besten auf Jan Mayen ausgeprägt, das im Januar ein Vorherrschen der Ost- und Nordostwinde zeigt. Mit dieser ENE-Strömung gelangt kalte und wasserdampfarme Luft aus nördlicheren Breiten hierher, wodurch die Niederschläge verhältnismäßig niedrig gehalten werden.

In der Umgebung der Bären-Insel ist der Witterungscharakter im ganzen etwas unbeständig und wechselvoll, worin die nahe Nachbarschaft der von Island südlich von Jan Mayen nordostwärts vorstoßenden Zyklonen zum Ausdruck kommt, indem sich die Insel bald im Bereich milder südlicher Winde, bald im Bereich kälterer Ostströmungen befindet. Diese zeitweilig noch bis in diese Breiten gelangenden Warmluftvorstöße bewirken im Kartenbild der Temperaturverteilung im Januar für den Abschnitt Nordkap-Bären-Insel ein nur geringes Temperaturgefälle, während im nördlich anschließenden Abschnitt Bären-Insel—Spitzbergen die Isothermen wesentlich dichter gedrängt sind.

Wenn auch der Vergleich auf S. 52 zeigte, daß auch Spitzbergen im Winter einzelne Regenfälle hat, so liegt es doch im Bereich eigentlicher Polarluft. Dem widerspricht auch nicht das Windrosenbild des Januar für Green Harbour, wenn man sich vergegenwärtigt, daß zur Jahreswende das Eis noch hin und wieder aufbricht und noch z. T. in Bewegung ist, sodaß stellen-

weise offenes Wasser zu finden ist. Infolgedessen muß sich ein kleiner Temperaturgegensatz zum schneebedeckten Inselland entwickeln, der auch druckmäßig seinen Ausdruck finden dürfte, indem sich über dem Spitzbergen'schen Archipel ein Gebiet relativ höheren Luftdrucks entwickelt, woraus für die Westküste eine südöstl. Windkomponente resultiert. Es handelt sich demnach um verhältnismäßig trockene Landwinde, worin z. T. auch die relativ geringe winterliche Bewölkung bei Green Harbour begründet sein mag. Jedenfalls ist das Bild der winterlichen Witterungsgestaltung im Winter für unser Arbeitsgebiet verhältnismäßig einfach gestaltet, indem die erwähnte Zone tiefen Luftdruckes eine deutliche Trennung herbeiführt zwischen dem vorwiegend feucht-milden Wetter an der norwegischen Küste und dem trocken-kalten Gebiet, das sich von NW her gerade noch bis an die Linie Jan Mayen—Bären-Insel erstreckt. Gemeinsam ist dem ganzen Gebiet die stärkere Luftbewegung, die den Winter ausgesprochen unruhig gestaltet.

Gegen das Frühjahr hin ist überall ein fortschreitender Temperaturrückgang zu bemerken, sodaß die tiefsten Temperaturen meist erst im Februar oder gar im März erreicht werden. Mit der Ausbreitung der kalten Polarluft, die darin ihren Ausdruck findet, geht eine stetige Zunahme des Luftdruckes einher, die Zyklonentätigkeit vermindert sich. Dementsprechend wird der Witterungscharakter im Frühjahr und Frühsommer ausgesprochen ruhig und erreicht etwa im Mai seine höchste Beständigkeit. Um diese Zeit finden wir fast überall die geringsten Niederschläge und Bewölkungsgrade; die Ausgeglichenheit in der Luftdruckverteilung bringt eine Abnahme der Luftbewegung mit sich, sodaß man diese Zeit als die angenehmste Jahreszeit wird bezeichnen können.

Denn mit der fortschreitenden Erwärmung im Sommer bilden sich durch die raschere Erwärmung der Landgebiete bald neue Störungsgebiete aus. Zugleich bilden sich über den kühlen Meeresgebieten zahlreiche und verbreitete Nebel aus, sodaß das Gebiet des Skandik ein Sommermaximum der Nebelhäufigkeit darstellt; besonders groß ist die Nebelhäufigkeit in der Umgebung der Bären-Insel, wo im Juli mehr als die Hälfte aller Tage zu Nebeltagen wird. — Hier handelt es sich ganz zweifellos um eine Auswirkung der kalten, aus der Barentssee hierher gelangenden Wasser, denen zweifellos auch die niedrige Julitemperatur der Bären-Insel zuzuschreiben ist, die mit 4,6° um

beinahe 1° unter der des so viel weiter nördlich gelegenen Green Harbour bleibt. Immerhin sind diese Temperaturgegensätze noch nicht so groß, als daß sie zur einer größeren Ausgleichsbewegung im Strömungssystem Veranlassung geben könnten; und speziell für den Raum Bären-Insel/Spitzbergen finden wir im Hochsommer noch ungewöhnlich ruhige Wetterlagen.

Immerhin fehlt es nicht an gelegentlichen kurzen Ausbrüchen von Polarluft, die sowohl auf Spitzbergen als auch auf der Bären-Insel und Jan Mayen selbst den „Hochsommer" durch Schneeschauer unterbrechen können. Bereits im August beginnt aber die neue Kaltluftproduktion im Polargebiet wirksam zu werden; von Norden her tritt in Spitzbergen zuerst rasche Abkühlung ein und noch in den letzten Augusttagen muß man dort im Durchschnitt mit den ersten nennenswerten Schneefällen rechnen. Der Uebergang vom Polarsommer, der — wie unsere Tabelle auf S. 24 zeigte — selbst in Spitzbergen noch Temperaturen von 15° bringen kann, zum Herbst geht also sehr schnell vor sich. Während der August auf Jan Mayen gegen den Juli noch eine leichte Temperaturerhöhung um 0,3° bringt, erfährt sie gleichzeitig in Gren Harbour einen Rückgang von 0,6°, der sich dann im September schon über 4° vergrößert.

Weiter südlich, etwa im Raume von Jan Mayen, treffen diese frischen Kaltluftmassen mit noch recht warmen zusammen, und an ihrer Grenze kommt es sehr rasch zur Ausbildung zyklonaler Störungen. Zu diesem Zeitpunkt wird die sommerliche Ruhe des Wetters, wie sie für unser Gebiet charakteristisch ist, endgültig beendet und wieder auflebende Zyklonentätigkeit leitet den Herbst ein, den man in gewissem Sinne als ein Vorstadium des Winters bezeichnen könnte. Denn wie für den Winter, so ist für ihn auch die Zweiteilung des Gebietes in die „feucht-warme Vorderseite" und die „Kalte Rückseite" schon durchaus vorhanden. Besonders schön wirkt sich dieser in seiner Entwicklung ziemlich unvermittelte und in seinen Auswirkungen ziemlich krasse Umschlag an der norwegischen Küste aus, wo der Anstieg der Niederschläge vom August zum September außerordentlich steil erfolgt. Ebenso stark nimmt die Bewölkung überall zu; nur Jan Mayen macht eine Ausnahme, indem dort die Bewölkung etwas abnimmt: hier macht sich die Tatsache geltend, daß mit der Abkühlung der Luft deren Temperatur sich nunmehr wieder an die des Wassers angleicht, das durch den ständigen Zufluß aus dem Reservoir des Ostgrönlandstromes den ganzen Sommer hindurch sehr niedrig temperiert bleibt. —

Sonst aber werden an allen Stationen die höchsten oder die nahezu höchsten Bewölkungsstärken des ganzen Jahres im September beobachtet.

Da der September auch ungewöhnlich niederschlagsreich ist und höchstens noch vom Oktober um kleine Beträge übertroffen wird, da er außerdem eine erhebliche Zunahme der Windstärken bringt, so ist durch ihn in jeder Hinsicht der Uebergang zum Herbst vollzogen. Wenn man von der mit der fortschreitenden Jahreszeit sich weiter fortsetzenden Abkühlung absehen will, so ändert sich dieser Witterungscharakter nur wenig bis in den Januar hinein; denn erst dann gewinnt sozusagen die Kaltluft bei dem fortdauernden Hin- und Her, dem beständigen unruhigen Wechsel die Oberhand; erst dann tritt eine merkliche Beruhigung im Strömungssystem ein, wobei — wie bereits angedeutet — die Temperaturen überall auf ihre tiefsten Werte sinken.

Der Januar ist dagegen meist sogar wärmer als der vorangehende Dezember. Der Mittwinter selbst ist also sozusagen kernlos; der im Herbst eingeleitete Temperaturrückgang erfährt im Dezember bzw. Januar eine deutliche Bremsung, vielfach wird er sogar von einer vorübergehenden Wiedererwärmung abgelöst. Mit dieser auffälligen Erscheinung hat sich neben Pollog, der sie als den

„Kernlosen Winter"

bezeichnet, vor allem auch Robitzsch beschäftigt. Er will sie in erster Linie mit den Eisverhältnissen in Verbindung bringen und sagt, die Eisdecke werde im Frühwinter noch zu oft durch Stürme aufgebrochen, sodaß sich noch keine ruhige Strahlungslage mit strengem Frost stabilisieren könne. Mit dieser Erklärung scheint die Frage aber doch noch nicht restlos gelöst; zumindest dürften noch andere Faktoren einen Einfluß haben, sodaß der von Robitzsch genannte nicht allein wirksam ist.

In Bodö z. B. (vgl. S. 15/16) finden wir im Mittel der Reihe 1861/1920 in den fraglichen Monaten folgende Temperaturmittel:

November	= +0,9
Dezember	= —1,5
Januar	= —1,6
Februar:	= —2,4

Vom November zum Dezember fällt die Temperatur also um 2,4 Grad; vom Dezember zum Januar geht sie nur um 0,1 Grad

zurück, d. h. sie bleibt praktisch unverändert, und zum Februar geht sie dann nochmals stärker, um 0,8 Grad, zurück. — Die als Bremsung des Temperaturrückganges auftretende Anomalie, die Robitzsch in arktischen Gebieten verfolgte, läßt sich also bei Bodö in schon erheblich südlicherer Lage ebenfalls nachweisen.

Wären nun die Eisverhältnisse allein maßgeblich, dann könnte die Erscheinung niemals bei Bodö in so deutlicher Form auftreten; denn Bodö wird ja von den milden Golfstromwassern bespült, kommt aber nicht mit Treib- oder Packeis in Berührung. Der Faktor der Vereisung kann bei Bodö also nicht als Ursache in Frage kommen.

In der Reihe 1861/1920 finden wir in gleicher Weise bei Tromsö die Bremsung des winterlichen Temperaturrückganges wieder, indem der Januar nur um 0,2 Grad kälter als der Dezember ist, während der Temperaturrückgang vom November zum Dezember 2,1 Grad ausmacht und der vom Januar zum Februar 0,8 Grad!

Bei Gjesvar ist diese Erscheinung schon mehr verwischt und bei Vardö verliert sie sich überhaupt ganz.

Somit können wir feststellen, daß die von Robitzsch in den arktischen Gebieten aufgefundene und untersuchte Anomalie entlang der norwegischen Küste umso schwächer wird, je weiter wir nach Norden gelangen!

Diese Feststellung mag zuerst wohl eigenartig erscheinen; sie gewinnt aber an Berechtigung und Verständlichkeit, wenn wir daran denken, daß in gleicher Weise der Einfluß des Golfstromes schwächer wird und daß wir uns von dem isländischen Aktionszentrum und der auf seiner Vorderseite wehenden Südwestströmung immer mehr entfernen.

Es dürfte aber auch von Interesse sein, diese Erscheinung des „kernlosen Winters“ auf Grund der verschiedenen Beobachtungsreihen zu untersuchen.

In der Beobachtungsperiode 1911/1928 finden wir für Green Harbour vom Dezember zum Januar einen stark gebremsten Temperaturrückgang, also eine Bestätigung der Erscheinung. — Für Vardö dagegen ist sie nicht nachweisbar. — Auch für Tromsö und Bodö ist sie nicht mehr mit so großer Deutlichkeit nachweisbar wie in der langen Periode 1861/1920.

In der Beobachtungsperiode 1922/1928, also in der kürzesten unserer 3 Reihen, ist der „Kernlose Winter“ jedoch auf

allen Stationen mit einer überraschenden Deutlichkeit ausgeprägt; Vardö zeigt aber auch in dieser Periode die geringste Intensität der Erscheinung, da nur eine Bremsung des Rückganges im Laufe des Januar eintritt. Der Rückgang der Temperatur setzt sich also hier noch fort! — Auf allen anderen 5 Stationen aber finden wir den Januar wärmer als den vorangehenden Dezember, worauf der winterliche Temperaturrückgang dann erst im Lauf des Februar weiter sinkt.

Wir können also zunächst folgendes festhalten:

1. Die fragliche Erscheinung tritt auch in langen Perioden hervor; sie beansprucht also realen, keinesfalls nur Zufallswert.
2. Der „kernlose Winter" findet sich auch in im Winter eisfreien Gebieten; das Eis kann also nicht alleinige Ursache sein.
3. Die Erscheinung unterliegt räumlichen Schwankungen, die nicht an die geographische Breite gebunden sind, wohl aber mit Meeresströmungen als auch mit atmosphärischen Strömungsverhältnissen verknüpft sein können.
4. Die Erscheinung wechselt ihre Intensität mit der Wahl verschiedener Beobachtungsperioden; am stärksten kommt sie in der kurzen Reihe 1922/1928 zum Ausdruck.

Wollen wir die weitere Klärung der Ursachen versuchen, so werden wir zunächst nach weiteren Anomalien gerade dieser kurzen Reihe im Vergleich zu längeren Reihen suchen müssen.

Dabei erinnern wir uns der bereits früher gemachten Feststellung, daß diese Reihe an allen Stationen gegenüber den längeren Reihen eine positive Temperaturanomalie aufweist.

Wenn wir nun in unserem Arbeitsgebiet in gleicher Weise die Luftdruckverhältnisse in den einzelnen Beobachtungsperioden überprüfen, so finden wir folgende Gegensätze für das Mittel der 3 Wintermonate:

	Gr. Hb.:	JanMayen:	Bären-I.:	Vardö:	Tromsö:
Für die Reihe 1874—1913:	754,9	751,9	754,0	753,6	753,4
Für die Reihe 1922—1928:	754,3	750,7	752,4	753,5	753,0
Differenz:	—0,6	—1,2	—1,6	—0,1	—0,4

Für die kurze, sich durch hohe Temperaturen auszeichnende Reihe 1922/1928 finden wir also überall eine Druckernied-

rigung, die zwar für Vardö mit 0,1 mm einen durchaus zu vernachlässigenden Wert darstellt, nicht aber für Tromsö, Jan Mayen, Green Harbour und die Bären-Insel, wo die Differenzen etwa 1,0 mm im Mittel ausmachen.

Wir sehen aus diesem Vergleich zweierlei: unter Berücksichtigung verschiedener Perioden ergeben sich erhebliche Verschiedenheiten in den Differenzen des Luftdrucks von Ort zu Ort; weiterhin ist es Tatsache, daß sich im Mittel der Jahre 1922—28 der Luftdruck im Raume Bären-Insel—Jan Mayen—Lofoten stärker vertieft hat als in den anschließenden Randgebieten.

Daraus folgt zunächst eine Verstärkung des Luftdruckgradienten, der seinerseits eine Steigerung der Windstärken bedingt, was also auf der Vorderseite des isländischen Zyklonensystems für eine verstärkte Südwestströmung und auch für eine vermehrte Zufuhr warmer Luft aus südlicheren Breiten sprechen würde. Da aber im jahreszeitlichen Gang gerade im Dezember-Januar die tiefsten Werte des Luftdruckes in unserem Arbeitsgebiet erreicht werden, die Strömungsverhältnisse in dieser Zeit also am unruhigsten sind, so muß auch der Wärmenachschub aus SW um diese Zeit am stärksten sein und die relativ größten Anomalien der Temperatur hervorbringen.

Diese Annahme können wir auf verschiedene Weise prüfen. In Tromsö war der Januar 1925 ein ungewöhnlich warmer Monat; mit +0,5 Grad im Monatsmittel war er gegen das langjährige Mittel des Januar um 3,7 Grad zu warm und gegen den vorangegangenen Monat Dezember 1924 erhöhte er das Monatsmittel um 1,2 Grad. Wir haben hier also den „kernlosen Winter" in einem Musterbeispiel; und zwar wohlgemerkt weit südlich der eigentlichen Arktis! — Es wird nun zu untersuchen sein, wie sich in diesem Monat die übrigen Wetterelemente verhielten.

Der Luftdruck liegt im Mittel des Januar 1925 um 5,3 mm unter dem Normalwert, beweist also eine ungewöhnlich verschärfte Energiezunahme des Islandtiefs, bezw. seiner nach Nordosten gerichteten Entwicklung.

Entsprechend tritt auch eine Beeinflussung der Windverhältnisse hervor: von den 93 Windbeobachtungen des Monats waren 25 Calmen; von den verbleibenden 68 Windrichtungsnotierungen waren 35 — also über die Hälfte! — Südwestwinde!

Nicht nur in der Temperaturerhöhung wirkt sich dieser hohe hohe Anteil der SW-Strömung aus: auch die Niederschläge erfahren unter ihrem Einfluß eine ungewöhnliche Erhöhung auf 177 mm Monatsmenge, d. h. also auf etwa das Doppelte der Normalmenge.

Daß diese hohen Niederschläge nicht etwa allein auf Stau der SW-Winde am norwegischen Küstengebirge zurückzuführen sind, erkennt man auch daran, daß die absolute Luftfeuchtigkeit in diesem Monat mit einem Mittelwert von 3,9 ganz erheblich über dem Normalwert von 2,9 liegt, daß mit diesem Wert von 3,9 innerhalb des Zeitraumes 1911/1928 sogar das höchste Januarmittel erreicht wurde; daraus folgern wir, daß tatsächlich sehr feuchte Luftmassen herangeführt worden sind.

Sowohl bei Tromsö als auch bei anderen Stationen lassen sich noch mehrere derartige Beispiele finden; bei Green Harbour sehen wir dann aber, daß das Monatsmittel des Luftdruckes nicht wesentlich unter dem langjährigen Mittel, zuweilen sogar über diesem liegt. Das würde aber nur besagen, daß der eigentliche Druckfall nicht mehr auf die Randgebiete des Europäischen Nordmeeres übergreift, daß dort der Luftdruck vielmehr etwa auf Normalhöhe bleibt und somit den Gradienten des Luftdruckes gegen den im Südwesten sich vertiefenden Luftdruck vergrößert, wodurch die Vorbedingung für eine Verstärkung des Windes gegeben erscheint.

Damit wird es wahrscheinlich, daß der „kernlose Winter" sehr stark bedingt wird durch eine um die Jahreswende mit großer Regelmäßigkeit eintretende Verstärkung in der Zufuhr warmer Luft aus südlicheren Breiten.

Nun weiß man aber besonders aus den Erfahrungen des praktischen Wetterdienstes, daß sich Warmluftmassen vor allen Dingen auch in der Höhe gut nachweisen lassen; deshalb müßte sich der „kernlose Winter" auch in den Beobachtungen der Bergstationen wiederfinden.

Leider steht es um solche Bergobservatorien in unserem Arbeitsgebiet aber sehr schlecht. — Nur vom Observatorium Haldde — in rund 900 m Höhe im Hinterland von Tromsö gelegen — finden wir in den Norwegischen Jahrbüchern Beobachtungen veröffentlicht, und zwar aus den drei Jahren 1923, 1924 und 1925. — Wenn wir aus diesen drei Jahren für die fraglichen Monate die Temperaturmittel berechnen, so erhalten wir für den

November = — 8,9 Grad
Dezember = —11,3 „
Januar = —10,8 „
Februar = —11,8 „

Der Januar erscheint also um 1,3 Grad wärmer als der Dezember und um 1,8 Grad wärmer als der Februar; und es ist nicht ohne Interesse, daß in den drei Jahren gerade der Januar 1925 mit einem Monatsmittel von —8,9 Grad der wärmste Januar war, also zu Tromsö parallel geht (Januar 1923 = —10,8 und Januar 1924 = —10,3 Grad!) Einen genauen Ueberblick können wir aber erst gewinnen, wenn wir für die gleichen drei Jahre auch die entsprechenden Monatsmittel für Tromsö bestimmen; sie betrugen für den

November = —1,1 Grad
Dezember = —2,9 „
Januar = —1,5 „
Februar = —4,0 „

In Tromsö erscheint der Januar also um 1,4 Grad wärmer als der Dezember und um 2,5 Grad wärmer als der Februar; d. h. also: Tromsö und das etwa 900 m hoch im Hinterlande gelegene Bergobservatorium Haldde zeigen in den drei vergleichbaren Jahren in ganz übereinstimmender Weise eine Temperaturerhöhung von 1,3 bzw. 1,4 Grad vom Dezember zum Januar.

Haldde zeigt aber auch in dem für Tromsö genauer analysierten Monat Januar 1925 alle anderen Merkzeichen für die Tatsache eines außerordentlich lebhaften Warmlufttransportes von SW her. Denn von den 92 Windrichtungsnotierungen vereinigt der SW-Quadrant mit 43 fast die Hälfte auf sich. Der infolge des tiefen Luftdruckes über dem Nordmeer bestehende große Luftdruckgradient wirkt sich auf dieser frei gelegenen Bergstation in der außerordentlichen Windstärke aus, die ein Monatsmittel von 7,1 Beaufort erreichte und verschiedentlich weisen die Terminbeobachtungen Windgeschwindigkeiten von rund 30, ja auch 35 m/sec. auf. — Als Temperaturmaximum wurden in diesem Januar +6,4 Grad erreicht; in den beiden Vorjahren aber nur —0,3 bzw. +2,2! — Am meisten dürften aber die Niederschläge überzeugen können:

Januar 1923 = 110,8 mm
„ 1924 = 108,6 „
„ 1925 = 405,6 „

Mit diesen fast 406 mm erbrachte der Januar 1925 bereits 30% der im ganzen Jahre 1925 gefallenen Niederschlagssumme.

Indem es nunmehr gelungen ist, die Tatsache des „kernlosen Winters" auch an den Beobachtungen im nordnorwegischen Gebirge nachzuweisen, verliert die von Robitzsch gemachte Annahme hinsichtlich des Einflusses der mehr oder weniger offenen Eisverhältnisse doch an Berechtigung, da ja nunmehr auch für höhere Luftschichten die fragliche Anomalie nachgewiesen werden konnte. Mit diesem Nachweis und in Verbindung mit den anderen aufgezeigten charakteristischen Merkmalen bei den übrigen Witterungselementen glaubt der Verfasser annehmen zu dürfen, daß der „kernlose Winter" in der Hauptsache ausgelöst wird durch einen großzügigen Transport warmer und feuchter Luftmassen aus südlichen Breiten im Zuge des Golfstromes.

Zumindest im nördlichen Teile unseres Arbeitsgebietes haben wir jedoch in den wechselnden Eisverhältnissen einen Faktor zu erblicken, der sowohl die Erscheinung des eben eingehend besprochenen „kernlosen Winters" kompensieren kann als auch überhaupt den Ablauf der Jahreszeiten gegenüber dem geschilderten Normalverlauf erheblich verändern kann.

Ueber die Eisverhältnisse um Spitzbergen und deren Einfluß auf die Klimagestaltung gibt das Spitzbergen-Handbuch der Deutschen Reichsmarine den besten Aufschluß. In ihm finden wir für die Dauer meteorologischer Beobachtungen auf Spitzbergen (Green Harbour) folgende Angaben, die wir mit den Abweichungen der Temperaturen und Niederschläge in Vergleich setzen:

Zu bemerken ist, daß diese Bewertungen den Gesamtcharakter der Eislage betreffen, nicht aber auf die speziellen Eisverhältnisse im Green Harbour-Fjord bezogen werden können. — Die nachfolgenden Vergleiche beanspruchen daher auch keine exakte Genauigkeit, sondern sollen nur einer mehr überschlagsmäßigen Betrachtung dienen.

	Temperaturabweichung	Niederschlagsabweichung
1912 = eisreich	—2,4 Grad	—15,2 mm
1913 = eisarm	+0,2	+ 0,6
1914 = eisreich	—1,3	—50,5
1915 = sehr eisreich	—1,9	—66,6
1916 = sehr eisreich	—3,4	—31,8
1917 = sehr eisreich	—5,0	—34,6
1918 = eisarm	+0,1	+25,1
1919 = eisarm	+0,2	—116,3
1920 = normal	+2,3	—33,5
1921 = eisarm	+0,4	+10,3
1922 = eisreich	+2,4	—20,9
1923 = eisarm	+2,9	+39,9
1924 = eisarm	+2,4	+42,7
1925 = eisarm	+1,9	—93,5
1926 = eisarm	+0,8	+23,6

In der Tabelle der Temperaturabweichungen finden wir die schon erwähnte Caesur bei 1918 auf; vor 1918 sind alle Vorzeichen mit einer Ausnahme negativ, nach 1918 durchweg positiv.

Die umgekehrten Vorzeichen finden sich genau in der Eislage wieder. Vor 1918 sind alle Jahre mit einer Ausnahme — wieder 1913 — eisreich und sehr eisreich; nach 1918 finden wir aber fast nur eisarme Jahre. Besonders zeigt sich diese gegenseitige Abhängigkeit beider Faktoren in den Jahren 1914—1917, wo mit der ständigen Verschärfung der Eisverhältnisse die negativen Temperaturabweichungen immer mehr anwachsen. Die eisarmen Jahre weisen gegen den Normalwert im Durchschnitt eine Abweichung von +1,1 Grad auf, die eisreichen Jahre eine solche von —1,9 Grad.

Mit Ausnahme von 1925 sind auch die Vorzeichen der Niederschlagsabweichungen immer der Eislage entgegengesetzt, sodaß hohe Niederschläge den eisarmen Jahren entsprechen und umgekehrt. Daraus folgt in Rücksicht auf den vorhergehenden Vergleich: Eisreichtum bringt trockene Kälte, Eisarmut feuchte Milde.

Luftwärme und Luftfeuchte haben mit Bezug auf Spitzbergen aber den gleichen Ursprung: die offenen Meeresteile in den südlicheren Breiten. — Ebenso haben Trockenheit und Kälte gemeinsamen Ursprung: die Eisfelder im Norden und Osten Spitzbergens.

In eisreichen Jahren wird demnach mit der südwärts vorgeschobenen Eisgrenze zugleich das eigentliche arktische Klimagebiet nach Süden ausgedehnt und Spitzbergen von maritimen Klimaeinflüssen abgeschnitten, sodaß es mehr kontinental-arktischen Einflüssen unterliegt. Daraus erhellt die Bedeutung des Eises als Klimafaktor ganz deutlich. Für Spitzbergen hat er die höchste Bedeutung, etwas weniger für die Bären-Insel, nur hin und wieder für Jan Mayen, das nur gelegentlich von Eisfeldern des Ostgrönlandsstromes blockiert wird, und garnicht mehr für das norwegische Küstengebiet westlich und südlich des Nordkaps. Da das Eis bzw. die südliche Grenze des Packeises eine so große klimagestaltende Bedeutung haben, wird man unser Arbeitsgebiet zweckmäßig in drei verschiedene Klimagebiete zerlegen:

1. Alljährlich vom Packeis längere Zeit beeinflußt: Spitzbergen—Bären-Insel.
2. Gelegentlich unter Packeis-Einfluß: Gewässer um Jan Mayen und südlich der Bären-Insel.
3. Ständig frei von Packeis: Norwegische Golfstromküste.

Diese 3 Klimagebiete unterliegen verschiedensten Bedingungen; da die Wirksamkeit des Eises in seiner verschiedenen Stadien zahlenmäßig aber noch nicht erfaßt ist, so ist es auch noch nicht möglich, die Gesamtheit der klimagestaltenden Faktoren in unserem Arbeitsgebiet auf einen gemeinsamen Nenner zu bringen. — Erst dieser würde aber erfolgreiche Reduktionen ermöglichen; das wäre der Fall, wenn durch einen systematischen Eismeldedienst eingehendes Material für eine Reihe von Jahren gesammelt ist.

Vorher können wir aber beispielsweise niemals genau festlegen, wieweit die bei Spitzbergen um 1918 festgestellte Caesur südwärts reichte; von der Beantwortung dieser Frage hinge aber ab, ob wir die beiden Stationen Jan Mayen und Bären-Insel auf Spitzbergen oder auf Norwegen zu reduzieren haben. Wollte man diese Reduktion dennoch jetzt durchführen, so würde bewußt eine Fehlerquelle in Rechnung gestellt.

Der vom Verfasser in der vorliegenden Arbeit beschrittene Weg, die zumindest in Bezug auf die Temperatur als Anomalie erkannten Jahre der beiden kurzen Reihen unreduziert mit zu verarbeiten, kann und soll ebenso wenig als Lösung betrachtet werden; aber da diese Werte auf Grund des tatsächlich vorhandenen Materials errechnet sind, erschienen deren Verwendung dem Verfasser als das kleinere Uebel.

Immerhin ist es möglich, daß der auf Grund dieser Kartenkonstruktion sehr deutlich gemachte Unterschied zwischen „Vorderseite“ und „Rückseite“ jetzt etwas übertrieben erscheint; ist das der Fall, so würde sich der Ablauf der Jahreszeiten in manchem Punkte vielleicht weniger scharf zeigen, in anderen Punkten aber vielleicht noch neue Einzelheiten erkennen lasse.

Zusammenfassung.

Es ergab sich, daß es trotz der noch bestehenden Unsicherheit des zu Grunde gelegten Materials schon möglich ist, in großen Zügen eine Uebersicht über die räumliche und jahreszeitliche Klimagestaltung im Gebiet des Europäischen Nordmeeres (Skandik) zu geben.

Neben diesen allgemeinen, im strengeren Sinne klimatographischen Resultaten nahm die Arbeit noch Stellung zu einigen wichtigen Einzelfragen:

1. Zu der für die Darlegung des Klimas im Untersuchungsgebiet sehr wichtigen Frage der Reduktionsmöglichkeit; die Frage mußte für Temperatur und Niederschläge verneint werden.
2. Zum Problem des „kernlosen Winters“; als Ursache wurde eine großzügige mittwinterliche Luftmassenversetzung erkannt.
3. Zur Frage der Beeinflussung des Klimas durch die Eisverhältnisse im Skandik. Die Verhältnisse wurden am Beispiel von Green Harbour untersucht und veranschaulicht.

Literatur-Verzeichnis.

1) Barkow, E.: „Meteorologische Beobachtungen aus Innerspitzbergen". — Peterm. Mitt., Erg.-H. 179, 1914.
2) Baur, Franz: „Das Klima der bisher erforschten Teile der Arktis". Arktis, 1929, p. 77—89, 110—120.
3) Birkeland, B. J.: „Spitzbergens Klima". — Naturen 1920, p. 278 bis 288.
4) Birkeland, B. J.: „Temperaturvariationen auf Spitzbergen". — Met.Z. 1930.
5) Birkeland u. Föyn, N. J.: „Klima von Nordwesteuropa". — Bd. III, Teil L im Handbuch d. Klimatologie von Köppen-Geiger, Berlin 1932.
6) Defant, A.: „Verteilung des Luftdruckes über dem Nordatlantischen Ozean und den angrenzenden Teilen der Kontinente auf Grund der Beobachtungsergebnisse der 25jährigen Periode 1881 bis 1905. Ann. d. Hydrogr. u. marit. Meteorologie, 1917, p. 49—65.
7) Defant, A.: „Die Schwankungen der atmosphärischen Zirkulation über dem Nordatlantischen Ozean im 25jähr. Zeitraum 1881—1905.
8) Exner, F. M.: „Monatliche Witterungsanomalien a. d. nördl. Erdhälfte im Winter". — Met.Z. 1914, p. 104—109.
9) Frommeyer, Maria: „Die Eisverhältnisse um Spitzbergen und ihre Beziehungen zu klimatischen Faktoren". Diss. Münster 1927. — (Ann. d. marit. Met. u. Hydrog. 1927).
10) Graarud, Aage: „Observations meteorol., faites au Spitzbergen par l'expedition Isachsen 1909—1910, Kristiania 1913.
11) Hergesell, Hugo: „Die Erforschung der freien Atmosphäre über dem Polarmeer". — Beitr. z. Phys. d. fr. Atm., II, 1906—1908, p. 96 ff.
12) Hergesell, Hugo: „Das Deutsche Observatorium in Spitzbergen". — Schriften d. Wissensch. Ges. Straßburg, Heft 21, 1914.
13) Hergesell, Hugo: „Veröffentl. d. Deutschen Spitzbergen-Observatoriums Ebeltofthafen". — Braunschweig 1916.
14) Jahrbücher des Norwegischen Meteorol. Inst., Oslo.
15) Knipowitsch, N.: „Hydrolog. Untersuchungen im Europäischen Eismeer", Ann. d. Hydrogr., 1905.
16) Knothe, H.: „Spitzbergen", Peterm. Mitt., Erg.-H. 211, Gotha 1931.
17) Mecking, L.: „Nordamerika, Nordeuropa und der Golfstrom in der 11jähr. Klimaperiode". Ann. d. Hydrogr. u. maritim. Met., 1918, p. 1—19.
18) Meinardus, W.: „Periodische Schwankungen der Eisdrift bei Island". Ann. d. Hydrogr. u. maritim. Met., 1906.
19) Meinardus, W.: „Zum jahreszeitl. Gang der Beleuchtung in den Polargebieten". — Arktis, 1930, p. 4—6.
20) Mohn, K.: „Beitr. zur Klimatologie des Ostpolarmeeres". Peterm. Mitt. 1874, p. 162 ff.
21) Mohn, H.: „Atlas de Climate de Norvège. — Nouvelle Edition par A. Graarud et K. Irgens. — Geofysiske Publikationer, Vol. II.; Oslo 1923.
22) Mortensen, H.: „Ueber die klimatischen Verhältnisse des Eisfjordgebietes". — Chemie der Erde, Bd. 3, Jena 1928, p. 611—638.

[23]) Nansen, F.: „Karte der Höhe, Tiefen u. Strömungen im Nordpolarbecken". — Arktis, II; Gotha 1929.

[24]) Pollog, C.: „Untersuchung von jährl. Temperaturkurven zur Charakteristik und Definition d. Polarklimas". — Mitt. d. Geogr. Ges. München 1924, p. 165—253.

[25]) Rempp, G.: „Die Temperaturverhältnisse über Spitzbergen. . ." Wagner, A.: Aus: Veröffentl. d. Dtsch. Oberv. Ebeltofthafen-Spitzbergen; Heft 1, Braunschweig 1916.

[26]) Wagner, A.: „Hydrodynamik des Föhns und die „lokalen" Winde in Spitzbergen. — Ebendort, Heft 7, Braunschw. 1917.

[27]) Robitzsch, Max: „Sonnenscheinregistrierung auf Spitzbergen". — Met. Z. 1913, Heft 12.

[28]) Robitzsch, Max: „Eis in und um Spitzbergen", Pet. Mitt., 1914, II, p. 187.

[29]) Robitzsch, Max: „Eine charakteristische Störung im jährl. Temperaturgang, i. d. arktischen Gebieten". — Das Wetter, 1914, p. 73 bis 78.

[30]) Schott, Gerhardt: „Geographie des Atlantischen Ozeans, 2. Aufl., Hamburg 1926.

[31]) Treurenberg-Bay: Meteorolog. Beobachtungen von der.... Missions scientifiques pour la mesure d'un arc de meridien au Spitsberg. — Mission suedoise, Stockholm 1903.

[32]) Wegener, Kurt: „Eisverhältnisse in Nordwest-Spitzbergen" 1912/1913. Ann. d. Hydrog. u. maritim. Meteorol., 1914, p. 429.

[33]) Wegener, Kurt: „Die meteorolog. Aufzeichnungen am Spitzbergen-Observatorium 1912—1913. — Met. Z. 1916, H. 2.

[34]) Weickmann, L.: Ueber die 24-tägige polare Druckwelle des Winters 1923—1924. — Pet. Mitt., 1927, Erg. H. 191.

[35]) Wiese, W.: „Die Einwirkung des Polareises im Grönländischen Meere auf die nordatlant. zyklonale Tätigkeit". — Ann. d. Hydrogr., 1922, p. 271—280.

Inhalts-Uebersicht.

Seite

A. **Einleitung:** Uebersicht über das Untersuchungsgebiet. 1

B. **Das Beobachtungsmaterial:** 5

zur Reduktionsfrage. 6

Peilungsbeispiele. 9

C. **Die Klima-Elemente:** 15

I. Die Temperaturverhältnisse: 15

a) Monats- und Jahresmittel der Temperatur. 15

b) Die Isothermenkarten. 18

c) Andauer bestimmter Temperaturen. 22

d) Extrem-Temperaturen. 24

e) Sommer-, Frost- und Eistage. 26

II. Die Luftfeuchtigkeit: 29

III. Die Bewölkung: 31

a) Monats- und Jahresmittel. 31

b) Der tägliche Gang der Bewölkung. 34

c) Trübe und heitere Tage. 35

IV. Die Niederschläge: 37

a) Monats- und Jahresmittel. 39

b) Die Isohyetenkarten. 41

c) Der jährliche Gang der Niederschläge. 42

d) Die Zahl der Niederschlagstage. 43

e) Die Regendichte. 44

f) Extreme Niederschlagsmengen. 46

g) Gewittertage; Nebeltage. 48

h) Hagel- (und Graupel)Tage. 50

i) Die Tage mit Schneefall. 51

k) Erste und letzte Schneefälle. 52

V. Die Luftdruckverhältnisse: 52

VI. Die Windverhältnisse. 55

a) Green Harbour. 55

b) Jan Mayen. 56

c) Bären-Insel. 57

d) Vardö. 57

Seite

e) Tromsö. 58
Die Windgeschwindigkeiten. 59
Sturmtage. 59

D. **Der Verlauf der Jahreszeiten:** 61
a) Der „kernlose" Winter. 64
b) Einfluß der Eislage in den Spitzbergen'schen Gewässern auf die Klimagestaltung. 70

Zusammenfassung: 73

Literatur-Verzeichnis. 74

Lebenslauf.

Am 28. Mai 1908 wurde ich, Gerhard Kunze, evangelischen Bekenntnisses, in Berlin geboren.

Die Reifeprüfung legte ich Ostern 1927 am Städtischen Johannes-Gymnasium in Breslau ab und studierte sodann an der Schlesischen Friedrich-Wilhelms-Universität zu Breslau Geographie, Geologie, Physik und Botanik. — Ich besuchte die Vorlesungen und Uebungen der Herren Professoren: Bederke, Bergmann, Buder, Dietrich, Friederichsen, Groß, Hahn, O. E. Meyer, Rode, Schaefer, Soergel, Steubing, Stumpff und H. Winkler.

Allen meinen verehrten akademischen Lehrern bin ich zu tiefem Dank verpflichtet, besonders Herrn Professor Dr. Friederichsen, der um die Förderung dieser Arbeit stets in bester Weise bemüht war.